

Master's programme in Spatial Planning and Transportation Engineering

# Köysirata Heinolaan – pelkkää utopiaa vai aito mahdollisuus?

---

Ville Valtonen

Copyright ©2023 Ville Valtonen

---

**Tekijä** Ville Valtonen

---

**Työn nimi** Köysirata Heinolaan – pelkkää utopiaa vai aito mahdollisuus?

---

**Koulutusohjelma** Master's programme in Spatial Planning  
and Transportation Engineering

---

**Vastuupettaja/valvoja** Prof. Raine Mäntyselä

---

**Työn ohjaaja** Ins. (YAMK) Noora Kumpulainen

---

**Yhteistyötaho** Heinolan kaupunki

---

**Päivämäärä** 24.07.2023 **Sivumäärä** 86

**Kieli** suomi

---

### Tiivistelmä

Heinola on Päijät-Hämeen maakunnassa sijaitseva reilun 18 000 asukkaan kaupunki, jolla on rohkea visio kaupungin eteläosassa kulkevasta köysiradasta. Määritelmän mukaan köysirata on joko ilmassa tai katutasossa kulkeva kuljetusväline, jossa voimansiirto tapahtuu kuormaa vetävän köyden tai vaijerin avulla. Köysiratoihin liittyvää tutkimusta on tehty eritoten Alppien alueella sijaitsevilla mailla, kuten Saksassa, Itävallassa, Ranskassa ja Sloveniassa, sekä Pohjois- ja Etelä-Amerikassa. Suomalaista tutkimusta aiheesta ei sen sijaan ole tehty. Tietyillä alueilla köysiradat voivat olla merkittävä osa paikallista liikennejärjestelmää, sillä niiden avulla on mahdollista saavuttaa sellaisia vaikeapääsyisiä paikkoja, kuten metsä- tai vuoristoalueita, joita ei muilla liikennemuodoilla pysty saavuttamaan.

Tämän diplomityön tavoitteena oli selvittää, onko Heinolan eteläosassa sijaitsevasta Vierumäen kylästä Heinolan keskustaan kulkeva köysirata mahdollista toteuttaa. Koska toteuttaminen todettiin mahdolliseksi, selvitettiin, miten köysirata on toteutettavissa. Selvitys tehtiin laatimalla kolme esiselvitystasoista reittivaihtoehtoa ja kolme esiselvitystasoista tyyppivaihtoa, joita arvioitiin toiminnallisuuden, vaikutusten ja kustannusten osalta. Tämän jälkeen valittiin jatkosuunnitteluun yksi vaihtoehtojen yhdistelmä. Lisäksi tutkittiin, voisiko köysirata toimia osana Heinolan julkista liikennettä vai onko se ainoastaan lomamatkailijoille tarkoitettu elämyksellinen kulkumuoto.

Työssä päädyttiin ehdottamaan jatkosuunnitteluun kolmannen reittivaihtoehtoon ja kolmannen tyyppivaihtoehtoon mukaista toteutusta. Kolmannen reittivaihtoehtoon valintaa puolsi se, että suunnitelmavaihtoehtoja arvioitaessa huomattiin sen olevan sekä investointi- ja käyttökustannuksiltaan että matkalippujen hinnoittelun osalta edullisin. Kolmas tyyppivaihtoehto ei puolestaan sijoittunut matka-aika- ja investointikustannusvertailussa aivan kärkisijalle, mutta sen nähtiin tuovan tarvittavan lisän Heinolan nykyiseen julkisen liikenteen tarjontaan. Jatkosuunnitteluun ehdotettu ratkaisu toimii sekä osana Heinolan julkista liikennettä että lomamatkailijoiden elämyksellisenä kulkumuotona.

---

**Avainsanat** köysirata, liikennejärjestelmä, Heinola, Vierumäki

---

---

**Author** Ville Valtonen

---

**Title of thesis** Cableway to Heinola – just a utopia or a real possibility?

---

**Programme** Master's programme in Spatial Planning  
and Transportation Engineering

---

**Thesis supervisor** Prof. Raine Mäntysalo

---

**Thesis advisor** M.Eng. Noora Kumpulainen

---

**Collaborative partner** The city of Heinola

---

**Date** 24.07.2023

**Number of pages** 86

**Language** Finnish

---

### Abstract

Heinola is a small town of a little over 18,000 inhabitants located in the Päijät-Häme region, Finland. Heinola has an audacious vision for the construction of a cableway running in the southern part of the town. According to the definition, a cableway is a mode of transportation running either in the air or at street level where power is transmitted by means of a rope or cable that pulls a load. Research related to cableways has been done especially in the Alpine region, for example in Germany, Austria, France and Slovenia, as well as in North and South America. Instead, there is no Finnish research on the subject. In certain areas, cableways can be a significant part of the local traffic system, as they allow access to places, such as forest or mountain areas, that cannot be reached by any other mode of transportation.

The aim of the thesis was to determine whether it is possible to implement a cableway from the village of Vierumäki located in the southern part of Heinola to the center of Heinola. Since the implementation was found to be possible, it was clarified how the implementation is feasible. The study was done by drafting three alternative routes and three alternative types of cableways, which were then evaluated in terms of functionality, effects and costs. After that, one combination of route and type was chosen for further planning. Furthermore, it was investigated whether the cableway could be part of the public transport of Heinola or whether it would be only an enjoyable mode of transport intended for tourists.

In the thesis, an implementation of the third route option and the third type option was proposed for further planning. The choice of the third route option was supported by the fact that, when evaluating the drafted plans, it was found to be the cheapest option in terms of investment, operating cost and ticket pricing. The third type option, on the other hand, was not the best when comparing travel time and investment costs, but it was seen as offering a necessary addition to the current public transport system of Heinola. The implementation proposed for further planning can be both a part of the public transport of Heinola and an enjoyable mode of transport intended for tourists.

---

**Keywords** cableway, traffic system, Heinola, Vierumäki

---

# Sisällys

Esipuhe .....	8
Lyhenteet ja termit .....	9
1 Johdanto .....	10
2 Köysirata .....	11
2.1 Köysiratojen historia .....	11
2.2 Köysiradan peruskomponentit .....	12
2.2.1 Köysi .....	12
2.2.2 Kuljetusväline .....	13
2.2.3 Pylväs .....	13
2.2.4 Asema .....	13
2.3 Köysiratatyypit .....	14
2.3.1 Ilmassa kulkevat köysiradat .....	14
2.3.2 Katutasossa kulkevat köysiradat .....	16
2.4 Ilmassa kulkevia henkilönkuljetukseen tarkoitettuja köysiratoja koskevat yleiset vaatimukset.....	17
2.4.1 Kulkureitti ja jänneväli.....	17
2.4.2 Suurin sallittu korkeus maanpinnasta .....	17
2.4.3 Tilantarve.....	18
2.4.4 Köyden jännitys ja ohjaus .....	19
2.4.5 Käyttönopeus.....	20
2.4.6 Vuoroväli .....	20
2.4.7 Käyttökoneisto.....	21
2.4.8 Käytävät ja työskentelyalueet.....	22
2.4.9 Turvallisuus, pelastaminen ja evakuointi .....	23
2.5 Köysiradat maailmalla .....	23
2.5.1 La Paz, Bolivia .....	24
2.5.2 Medellín, Kolumbia .....	25
2.5.3 Portland & New York, Yhdysvallat .....	28
2.5.4 Alger, Algeria .....	29
2.6 Köysiradat Suomessa .....	29
3 Heinola .....	32
3.1 Historia.....	32

3.2	Väestönkehitys .....	33
3.3	Strategia.....	35
3.4	Vierumäen kylä .....	35
3.5	Nykyinen liikennejärjestelmä .....	36
3.5.1	Linja-autoliikenne .....	37
3.5.2	Rautatieliikenne .....	43
4	Tutkimusmenetelmä ja suunnitteluperusteet .....	44
4.1	Tutkimusmenetelmä .....	44
4.2	Suunnitteluperusteet.....	44
4.2.1	Suunnittelun tavoitteet ja lähtökohdat .....	45
4.2.2	Suunnittelualue .....	46
5	Suunnitelma .....	50
5.1	Reittivaihtoehdot .....	50
5.1.1	Reittivaihtoehto 1 .....	50
5.1.2	Reittivaihtoehto 2.....	52
5.1.3	Reittivaihtoehto 3.....	54
5.2	Tyypivaihtoehdot .....	56
5.2.1	Tyypivaihtoehto 1 .....	56
5.2.2	Tyypivaihtoehto 2.....	56
5.2.3	Tyypivaihtoehto 3.....	56
6	Suunnitelmavaihtoehtojen arviointi.....	58
6.1	Toiminnallisuuden ja vaikutusten arviointi .....	58
6.1.1	Matka-aika.....	58
6.1.2	Kuljetusvälineiden lukumäärä .....	62
6.1.3	Vuoroväli .....	66
6.1.4	Ympäristövaikutukset .....	66
6.1.5	Maisemavaikutukset.....	67
6.2	Kustannusten arviointi.....	68
6.2.1	Investointikustannukset.....	68
6.2.2	Käyttökustannukset.....	72
6.2.3	Takaisinmaksuaika ja matkalipun hinta.....	72
6.3	Vertailu nykyiseen liikennejärjestelmään .....	74
6.3.1	Matka-aika ja vuoroväli.....	74

6.3.2	Matkalipun hinta.....	75
7	Suunnitelmavaihtoehdon valinta.....	77
8	Yhteenveto.....	80
8.1	Jatkoselvitystarpeet .....	81
	Lähteet .....	82

## Esipuhe

Enpä olisi silloin lapsena Heinolassa aikaa viettäessäni uskonut, että joskus vielä tulisin suunnittelemaan köysirataa kaupunkiin. Mummini tuskin uskoo sitä vieläkään. Kiitos Heinolan kaupungille rohkeasta ja äärimmäisen mielenkiintoisesta diplomityöaiheesta. Toivotaan, että tulevaisuudessa Heinola on tunnettu maailman kovimman rock-yhtyeen lisäksi myös maailman hienoimmasta köysiradasta.

Tämän diplomityön ohjaamisesta vastasi Heinolan kaupungin puolesta Noora Kumpulainen. Työn valvojana toimi Aalto-yliopiston professori Raine Mäntysalo. Kiitos Noora ja Raine tarjoamistanne neuvoista sekä korvaamattomasta tuesta. Kiitos myös koko Heinolan kaupunkisuunnittelutiimille erinomaisista ajatuksista ja pohdinnoista.

Lisäksi erityisen iso kiitos kaikille, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua opintojeni aikana.



Helsingissä 24.07.2023  
Ville Valtonen



## Lyhenteet ja termit

funikulaari	köysirata, jossa kuljetusvälineet kulkevat yhden tai useamman köyden avulla maanpintaan asennetun ajoradan päällä
gondolihissi	yksisuuntainen kiertököysirata, jossa kuljetusvälineet ovat suljettuja koppeja eli gondoleja
kiertököysirata	riippuköysirata, jossa kuljetusvälineet liikkuvat jatkuvasti samaan suuntaan
korillinen kiertököysirata	gondolihissi
LSL	Lahden seudun liikenne
pendeliköysirata	edestakaisin liikennöity riippuköysirata, jossa kuljetusvälineet liikkuvat asemien välillä heilurimaisesti edestakaisin
tuolihissi	yksisuuntainen kiertököysirata, joka on varustettu tuoleilla

# 1 Johdanto

Heinola on Päijät-Hämeen maakunnassa sijaitseva reilun 18 000 asukkaan kaupunki, joka pyrkii strategiansa mukaisesti katsomaan rohkeasti tulevaan. Malliesimerkki tästä rohkeudesta on ajatus köysiradasta, eli kuljetusvälineestä, jossa voimansiirto tapahtuu kuormaa vetävän köyden tai vaijerin avulla. Tavoitteena on, että köysirata kulkisi Heinolan eteläosassa sijaitsevasta Vierumäen kylästä vajaan 20 kilometrin matkan Heinolan keskustaan. Suomen mittakaavassa Heinolan tavoite on ainutlaatuinen, sillä meillä köysiradat sijaitsevat lähinnä laskettelukeskusten yhteydessä, mutta maailmalta kaupunkiympäristössä toimivia köysiratoja löytyy kuitenkin runsaasti. Joillain alueilla köysiradat saattavat olla merkittävä osa liikennejärjestelmää, sillä niiden avulla on mahdollista tavoittaa sellaisia vaikeapääsyisiä paikkoja, kuten metsä- tai vuoristoalueita, joita ei muilla liikennemuodoilla pystytä saavuttamaan.

Köysiratoihin liittyvää tutkimusta on tehty eritoten Alppien alueella sijaitsevissa maissa, kuten Saksassa, Itävallassa, Ranskassa ja Sloveniassa (mm. Clement-Werny ym., 2011; Težak ym., 2016), joissa köysiratoja käytetään laskettelijoiden ja turistien kuljettamiseen hiihtokeskuksissa. Pohjois- ja Etelä-Amerikassa on puolestaan tehty urauurtavaa tutkimusta köysiratojen käytöstä kaupunkiympäristöissä (mm. Alshalalfah ym., 2012; Brand & Davila, 2011; Heinrichs & Bernet, 2014; Martinez ym., 2018.). Suomalaista tutkimusta aiheesta ei ole tehty.

Tämä diplomityö on toteutettu toimeksiantona Heinolan kaupungille ja sen ensisijaisena tavoitteena on selvittää, onko köysiradan toteuttaminen Vierumäeltä Heinolan keskustaan mahdollista. Jos köysiradan toteuttaminen todetaan mahdolliseksi, on lisäksi selvitettävä, miten köysirata voidaan toteuttaa. Tämän ohella tutkitaan, voisiko köysirata toimia osana Heinolan julkista liikennettä vai onko se ainoastaan lomamatkailijoille tarkoitettu elämyksellinen kulkumuoto. Selvityksen yhteydessä taustoitetaan köysiratojen historiaa ja peruskomponentteja sekä tutustutaan eri köysiratatyyppeihin. Lisäksi käydään läpi ilmassa kulkevia henkilökuljetukseen tarkoitettuja köysiratoja koskevat yleiset vaatimukset sekä tarkastellaan olemassa olevia köysiratajärjestelmiä niin Suomessa kuin maailmallakin.

Tutkimusmenetelmänä on käytetty konstruktiivista tutkimusotetta. Konstruktiivinen tutkimusote on case-tutkimusmetodin alakäsite ja eräs tapa case-tutkimuksen suorittamiseen. Tarkemmin sanoen konstruktiivinen tutkimusote on innovatiivisia konstruktioita synnyttävä metodologia, jolla pyritään ratkaisemaan reaali maailman ongelmia, jollainen Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkeva köysirata on.

## 2 Köysirata

Kotimaisten kielten keskuksen laatima Kielitoimiston sanakirja määrittelee köysiradan olevan ilmarata, jonka vaunut kulkevat yläpuolisten teräsköysien varassa. Hieman tästä laajentaen voidaan määritellä, että köysirata on kuljetusväline, jossa voimansiirto tapahtuu kuormaa vetävän köyden tai vaijerin avulla. Köysiradat voivat kulkea joko ilmassa tai katutasossa ja niillä voidaan kuljettaa sekä ihmisiä että tavaroita. (Alshalalfah ym., 2012.) Kuljetus tapahtuu palvelunharjoittajan ja matkustajan välisen sopimuksen perusteella, joka vahvistetaan esimerkiksi matkalipulla (SFS-EN 12397:2017, s.13). Tässä luvussa käydään läpi köysiratojen historia, peruskomponentit sekä yleiset vaatimukset, minkä lisäksi otetaan selvää erilaisista köysiratatyypeistä. Lopuksi tutustutaan sekä maailmalla että Suomessa sijaitseviin köysiratajärjestelmiin.

### 2.1 Köysiratojen historia

Köysiratojen historia on pitkä, sillä köysikäyttöisen kuljetusjärjestelmän peruseräite tunnettiin jo ennen ajanlaskumme alkua. Varhaisin tunnettu köysirataa kuvaava piirustus on peräisin Kiinasta vuodelta 250 eaa. Myös keskiajalta on säilynyt joitakin piirustuksia, joissa on kuvattu köysiratojen toimintaa. (Hoffmann, 2006.) Varsinaisesti kuljetuskäyttöön tarkoitettua köysiradan historiaa katsotaan kuitenkin alkaneen vasta vuonna 1825, kun Englannissa keksittiin ensimmäinen funikulaariraitiotie eli katutasossa kulkeva kiskoköysirata. Sitä käytettiin höyrykoneen kuljettamiseen ylös rinteitä. Ensimmäinen henkilönkuljetukseen tarkoitettu köysirata puolestaan on peräisin vuodelta 1840, jolloin Lontoossa aloitettiin matkustajaliikenne kiskoköysiradalla. (Neumann, 1999.)

Ilmassa kulkevaa köysiratajärjestelmää käytettiin ensimmäistä kertaa Pohjois-Saksassa sijaitsevan Harz-vuoriston kaivostyömaalla vuonna 1834. Maailman ensimmäinen henkilönkuljetukseen tarkoitettu ilmakuljetusjärjestelmä avattiin reilu kolmekymmentä vuotta myöhemmin Saksassa vuonna 1866. Yhdysvaltojen ensimmäinen ilmakuljetusjärjestelmä rakennettiin puolestaan vuonna 1893. Ilmakuljetusjärjestelmien rakentaminen kiihtyi Euroopassa toden teolla ensimmäisen maailmansodan aikana, sillä ne havaittiin tehokkaiksi järjestelmiksi aseiden ja ammusten sekä haavoittuneiden sotilaiden kuljettamiseen. (Neumann, 1999.)

1900-luvun varhaisimpina vuosikymmeninä ilmassa kulkevia köysiratoja sekä funikulaareja rakennettiin runsaasti Alppien alueella sijaitseviin maihin, kuten Ranskaan, Saksaan, Italiaan, Sveitsiin ja Itävaltaan, joissa niitä käytettiin laskettelijoiden ja turistien kuljettamiseen rinteiden laelle ja sieltä alas. Kun lasketteluharrastus alkoi yleistymään, monet eurooppalaiset

yritykset löysivät kasvavan markkinan ja rakensivat useita uusia köysiratoja vuoristoille ympäri Eurooppaa ja Yhdysvaltoja. (Neumann, 1999.) 1900-luvun alkupuoliskolle asti köysiratoja käytettiin lähes yksinomaan hiihtokeskuksissa, mutta viime vuosina teknologiaa on otettu enenemissä määrin käyttöön myös kaupunkiympäristöissä (Alshalalfah ym., 2012). Olemassa oleviin köysiratajärjestelmiin tutustutaan tarkemmin luvuissa 2.5 ja 2.6.

## 2.2 Köysiradan peruskomponentit

Standardi SFS-EN 1907:2017 määrittelee henkilönkuljetukseen tarkoitetun köysiradan olevan useista rakenneosista koostuva köysiratalaitteisto, jolla kuljetetaan henkilöitä kuljetusvälineissä tai vetolaitteissa, joita liikutetaan ja/tai kannatetaan radan suuntaisesti sijoitettujen köysien avulla. Käyttövoimansa köysirata saa yleensä tasasähköllä toimivasta sähkömoottorista (Neumann, 1992). Henkilönkuljetukseen tarkoitetun köysiradan peruskomponentit ovat köysi, kuljetusväline, pylväk sekä asema. Seuraavaksi käydään nämä peruskomponentit tarkemmin läpi.

### 2.2.1 Köysi

Köysi on köysiradan keskeisin elementti. Nykyaikaisilla köysiradoilla käytetään joustavaa teräsköyttä, jonka tärkein tehtävä on voiman välittäminen käyttökoneistolta kuljettimelle. Välitettävän voiman suuruus riippuu muun muassa köyden jännityksestä sekä kitkakertoimesta. (Neumann, 1999.) Köyden rakenne muodostuu säikeistä, jotka puolestaan koostuvat yhteen kiedotuista yksittäisistä langoista (Alshalalfah ym., 2012).

Köysiä luokitellaan niiden käyttötarkoituksen perusteella. Olennaisimpia köysityyppejä ovat kannatusköysi, kuljetusköysi ja vetoköysi. Määritelmän mukaan kannatusköysi on vähintään toisesta päästä kiinteästi ankkuroitu köysi, joka kannattaa kulkukoneiston avulla liikkuvia koreja eli kuljetusvälineitä. Kuljetusköydellä puolestaan tarkoitetaan suuriin pituussuuntaisiin liikkeisiin tarkoitettua köyttä, joka sekä kannattaa että samanaikaisesti kuljettaa kuljetusvälineitä. Vetoköysi on muuten samanlainen kuin kuljetusköysi, mutta se ei kannatta kuljetusvälineitä, vaan ainoastaan kuljettaa niitä. (SFS-EN 1907:2017, s. 15–16.) Köysien paksuutta kuvataan usein niiden ulkohalkaisijan mukaan (Alshalalfah ym., 2012).

Köysien ohjaus tapahtuu pylväisiin kiinnitettyjen köysipyörien, eli ohittavan köyden taivutussäteen määräävien pyöriä tukien avulla. Köysipyörät luokitellaan niiden käyttötarkoituksen perusteella: vetopyörä liikuttaa köysirataa, taittopyörä muuttaa köyden suuntaa, kääntöpyörä vaihtaa köyden kulkusuunnan ja kiristysköyden pyörä muuttaa kiristysköyden suunnan. (SFS-EN 1907:2017, s. 19.)

### **2.2.2 Kuljetusväline**

Kuljetusväline on köysiradan rakenneosana, jolla kuljetetaan henkilöitä ja/tai esineitä. Kuljetusväline voi olla joko suljettu tai avoin. Suljetusta kulkuvälineestä puhutaan silloin, kun kuljetettavat henkilöt eivät voi poistua kuljetusvälineestä itsenäisesti matkan aikana ja kuljetusväline tarjoaa suojan sääolosuhteita vastaan. Jos jompikumpi ehdoista ei täyty, on kyseessä avoin kulkuväline. (SFS-EN 1907:2017, s. 21–22.) Esimerkki suljetusta kulkuvälineestä on gondolihissi ja avoimesta kulkuvälineestä puolestaan hiihtohissi. Kuljetusvälineitä luokitellaan usein myös niiden kapasiteetin mukaan (Alshalalfah ym., 2012).

### **2.2.3 Pylväs**

Pylväs, eli kannatinpylväs, on köysiradan rakenne, joka kannattaa köysiä ja pitää ne normaaliasemassaan (SFS-EN 1907:2017, s. 28). Pylväät ovat usein teräsrakenteisia ja niissä tulee olla ohjaimet, jotka estävät kuljetusvälineitä törmäämästä pylväisiin. Tarvittavien pylväiden määrä riippuu köysiradan pituudesta; lyhyillä radoilla radan päissä sijaitsevat asemat saattavat olla riittävä ratkaisu, kun taas pitkillä radoilla saatetaan tarvita useita pylväitä, jotta köysi pysyy tarpeeksi kireänä. (Alshalalfah ym., 2012.) Köysiradan toiminnallisuuden kannalta vaatimuksena on, että kahden kannatinpylvään välisen osuuden on oltava suora. Tämä saattaa rajoittaa köysiradan mahdollisuuksia eritoten kaupunkiympäristöissä. (Clement-Werny ym., 2011.)

### **2.2.4 Asema**

Asema on rakenteellinen yksikkö, joka muodostuu rakennuksista ja rakenteista, jotka sisältävät köysiradateknisiä laitteita, lähtö- ja poistumisalueita sekä mahdollisesti muita laajempia sisäänmeno- ja oleskelualueita (SFS-EN 1907:2017, s. 27). Käytännössä jokaisella henkilönkuljetukseen tarkoitettulla köysiradalla tulee olla vähintään kaksi pääteasemaa, joista toinen on lähtöasema ja toinen poistumisasema. Joissain köysiratajärjestelmissä saattaa olla myös väliasema, joilla voi jäädä pois kyydistä tai nousta kyytiin. Usein aseman yhteydessä köysiradan nopeus alenee, jotta kyytiin nouseminen ja kyydistä poistuminen helpottuisivat. Asemien välistä osuutta kutsutaan linjaksi. (Alshalalfah ym., 2012.)

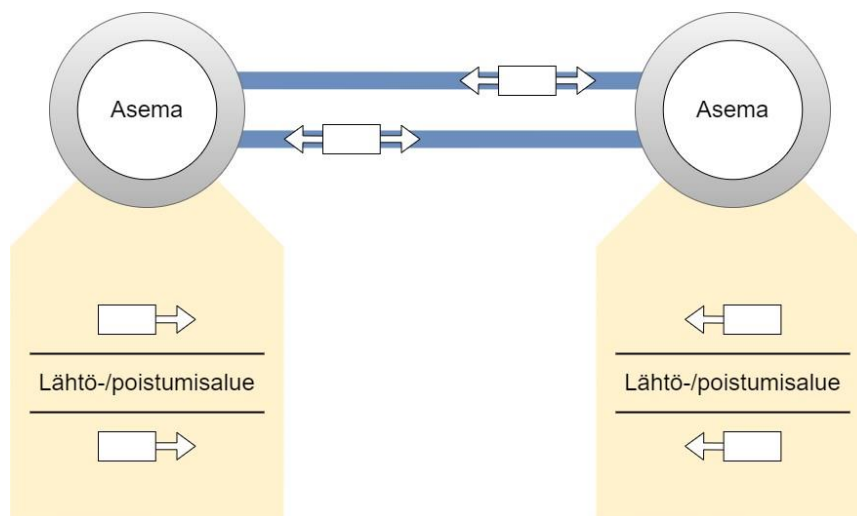
Asemilla on keskeinen tehtävä köysiradan toiminnan kannalta, sillä usein käyttöhenkilökunta suorittaa tehtäviään asemilta käsin. Jokaisella köysiradalla tulee olla käytettävissä käyttöpäällikkö ja hänen sijaisensa, koneenkäyttäjä sekä muita käyttöhenkilöitä, kuten vaunun valvoja ja asematyöntekijät. Kaikkien käyttöhenkilöiden jatkuva läsnäolo ei ole kuitenkaan pakollista, jos käyttöhenkilöiden työtehtävien suorittaminen mahdollistetaan esimerkiksi automatiikan avulla. (SFS-EN 12397:2017, s. 8.)

## 2.3 Köysiratyypit

Kuten aiemmin todettiin, köysiradat voivat kulkea joko ilmassa tai katutasossa. Ilmassa kulkevia köysiratyyppejä ovat pendeliköysirata sekä kiertököysirata. Katutasossa kulkevia köysiratoja ovat puolestaan hiihtohissi sekä kiskoköysirata eli funikulaari. (Težak ym., 2016.) Tässä luvussa käydään läpi eri köysiratyyppejä.

### 2.3.1 Ilmassa kulkevat köysiradat

Ilmassa kulkevilla köysiradoilla kuljetusvälineet kulkevat maanpinnan tason yläpuolella. Toiminnallisten periaatteiden perusteella ilmassa kulkevat köysiradat voidaan jakaa kahteen eri yläluokkaan: pendeliköysiratoihin ja kiertököysiratoihin. Pendeliköysiradalla kuljetusvälineet liikkuvat asemien välillä heilurimaisesti edestakaisin (SFS-EN 1907:2017, s. 12). Käytännössä tämä tarkoittaa, että pendeliköysiradalla voi liikennöidä kerrallaan enintään kaksi kuljetusvälinettä (Težak ym., 2016). Pendeliköysiradan toimintaperiaate on esitetty kuvassa 1. Kiertököysiradalla kuljetusvälineet liikkuvat puolestaan jatkuvasti samaan suuntaan ja yhtä aikaa liikennöimässä voi olla köysiradan pituudesta riippuen jopa satoja kuljetusvälineitä (Težak ym., 2016). Kiertököysiradan toimintaperiaate on esitetty kuvassa 2.

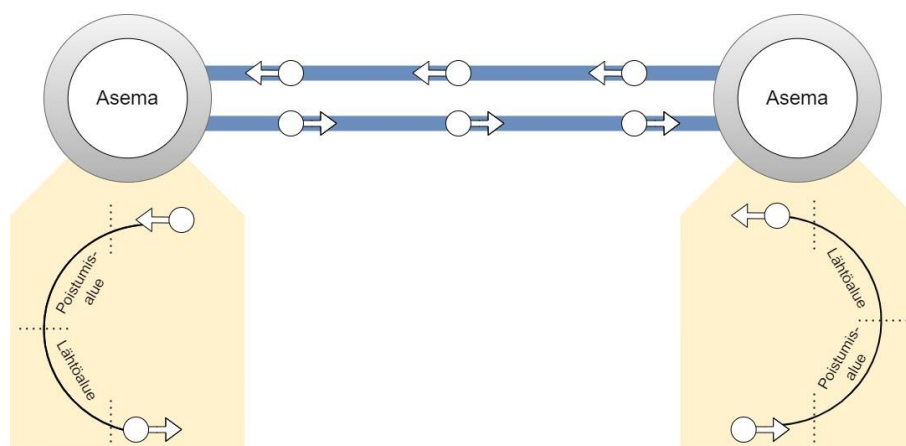


Kuva 1. Periaatekuva pendeliköysiradan toiminnasta (mukaillen Alshalalfah ym., 2012).

Koska pendeliköysiradalla liikennöi samaan aikaan enintään kaksi kuljetusvälinettä, köysiin kohdistuva voima on pienempi kuin kiertököysiradalla. Tällöin pendeliköysiradalla pylväiden välinen jänneväli voi olla jopa yli kilometrin, mikä tekee suurten kuilujen, kuten kallioleikkausten tai vesistöjen, ylittämistä helpompaa. Suuren jännevälin ansiosta pendeliköysiradan kokonaispituus asemalta asemalle voi olla jopa useita kilometrejä. (Težak ym., 2016.) Tyypillisesti pendeliköysiradan kuljetusvälineisiin mahtuu

kymmeniä tai jopa satoja matkustajia, mutta kuljetusvälineiden vähäinen määrä kuitenkin rajoittaa radan kokonaiskapasiteettia (Clement-Werny ym., 2011). Joukkoliikennemuotona pendeliköysirata on käytössä muun muassa kahdessa yhdysvaltalaisessa kaupungissa: Portlandissa ja New Yorkissa (Alshalalfah ym., 2012). Näihin järjestelmiin tutustutaan tarkemmin luvussa 2.5.

Kiertököysiradan kuljetusvälineisiin mahtuu yleensä enintään muutamia kymmeniä matkustajia, mutta koska kuljetusvälineitä voi kulkea samanaikaisesti jopa satoja, radan kokonaiskapasiteetti on suurempi kuin pendeliköysiradalla (Clement-Werny ym., 2011). Kiertököysiradalla kuljetusvälineet ovat jatkuvassa liikkeessä, mikä tarkoittaa, että matkustajien odotusaika on huomattavasti lyhyempi kuin pendeliköysiradalla, jossa kuljetusvälineet pysähtyvät asemilla kokonaan. Esteettömyyden näkökulmasta pendeliköysirata on kuitenkin parempi, sillä kiertököysiradan jatkuvassa liikkeessä olevat kuljetusvälineet voivat aiheuttaa ongelmia liikuntarajoitteisille henkilöille. (Težak ym., 2016.) Kuljetusvälineiden kiinnitys köyteen voi olla joko kiinteä tai käyttökäytännöllisesti irrottautuva, jolloin kuljetusvälineitä voidaan irrottaa köydestä ja kiinnittää köyteen asemien kohdalla (SFS-EN 1907:2017, s. 12).



Kuva 2. Periaatekuva kiertököysiradan toiminnasta (mukaillen Alshalalfah ym., 2012).

Kiertököysiradoista on olemassa useita eri alatyyppejä, joista tunnetuin lienee korillinen kiertököysirata eli gondolihissi, jossa kuljetusvälineet ovat suljettuja koppeja eli gondoleja (SFS-EN 1907:2017, s. 13). Gondolihissit voidaan toteuttaa joko yksi-, kaksi- tai kolmeköysiratoina (Alshalalfah ym., 2012). Yksiköysiradalla tarkoitetaan järjestelmää, jossa yksi kuljetusköysi sekä kannattaa että liikuttaa kuljetusvälineitä (SFS-EN 1907:2017, s. 13). Yksiköysiradoilla pylväiden välinen jänneväli on lyhyt (enintään 600–800 m) ja kuljetusvälineiden kapasiteetti pieni (tyypillisesti vähemmän kuin 16 paikkaa). Kaksi- ja kolmeköysiradasta puhutaan puolestaan silloin, kun yksi köysistä liikuttaa kuljetusvälinettä ja eri köysi tai köydet kannattelevat sitä. Tällöin kuljetusvälineiden kapasiteetti voi olla suurempi ja jänneväli jopa useita

kilometrejä. Kiertoköysiradan kuljetusvälineet voivat olla myös tuoleja, jolloin puhutaan tuolihissistä. (Clement-Werny ym., 2011.)

Ensimmäiset gondolihissit rakennettiin Alpeilla sijaitsevien hiihtokeskusten yhteyteen, missä niitä on edelleen runsaasti palvelemaan laskettelijoita ja turisteja. Myöhemmin gondolihissit ovat levinneet myös kaupunkiympäristöihin. (Alshalalfah ym., 2012.) Maailman pisin kaupunkiympäristössä toimiva köysiratajärjestelmä sijaitsee Etelä-Amerikan Boliviassa, ja järjestelmän kokonaispituus on yli 30 kilometriä. Maailman pisin yksittäinen köysiratareitti on puolestaan Vietnamin Aasiassa sijaitseva gondolihissi, jonka reitillä on pituutta hylly 7,9 kilometriä (Doppelmayer, 2018).

### **2.3.2 Katutasossa kulkevat köysiradat**

Kuten aiemmin on käynyt ilmi, maailman ensimmäinen käyttöönotettu köysiratajärjestelmä oli nimenomaan katutasossa kulkeva kiskoköysirata eli funikulaari. Määritelmän mukaan funikulaari on köysirata, jossa kuljetusvälineet kulkevat yhden tai useamman köyden avulla maanpintaan asennetun ajoradan päällä (SFS-EN 1907:2017, s. 14). Tyypillisesti ajorata muodostuu kahdesta rinnakkaisesta kiskosta, joiden päällä pyöräkerroilla varustettu kuljetusväline liikkuu. Funikulaarit voivat kulkea joko tasaisella maalla tai rinneissä. (Hoffmann, 2006.)

Funikulaarin kuljetusvälineitä vetävä köysi voi liikkua joko edestakaisin tai olla jatkuvassa liikkeessä. Edestakaisin kulkevassa funikulaarissa kuljetusväline on kiinnitetty kiinteästi vetoköyteen, mikä tarkoittaa, että köyden liike täytyy keskeyttää, kun kuljetusväline halutaan pysäyttää. Tämän tyyppinen funikulaari soveltuu parhaiten lyhyille alle 1,5 kilometrin matkoille sekä rinneisiin. Jatkuvaliikkeisessä funikulaarissa yksittäiset kuljetusvälineet voivat puolestaan pysähtyä itsenäisesti irrottautumalla köydestä ja jatkaa matkaansa kiinnittymällä siihen uudestaan. (Hoffmann, 2006.) Toisin kuin ilmassa kulkevat köysiradat, katutasossa kulkevat köysiradat kuormittavat maapinta-alaa, minkä takia niille ei välttämättä ole tilaa tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä (Težak ym., 2016). Jatkuvaliikkeinen funikulaari soveltuu kuitenkin hyvin joukkoliikennekäyttöön erityisesti pienissä ja keskikokoisissa kaupungeissa. (Hoffmann, 2006.)

Toinen katutasossa kulkeva köysirata on hiihtohissi, joita käytetään nimensä mukaisesti erityisesti hiihtokeskuksissa laskettelijoiden kuljettamiseen ylös rinnettä. Hiihtohississä matkustajat kuljetetaan vetolaitteen avulla pitkin nousurataa suksien tai muiden tarkoitukseen soveltuvien urheiluvälineiden päällä (SFS-EN 1907:2017, s. 14). Hiihtohissit luokitellaan vetolaitteen ulkomuodon perusteella sompahisseihin, teleskooppihisseihin ja ankkurihisseihin. Suurin osa Suomessa käytössä olevista köysiradoista on nimenomaan hiihtohissejä. (Valkama, 2008.)



## **2.4 Ilmassa kulkevia henkilökuljetukseen tarkoitettuja köysiratoja koskevat yleiset vaatimukset**

Tässä diplomityössä keskitytään eritoten ilmassa kulkeviin köysiratoihin, mistä syystä on oleellista tutustua tarkemmin niitä koskeviin vaatimuksiin. Ilmassa kulkevien henkilökuljetukseen tarkoitettujen köysiratojen suunnittelua, rakentamista ja liikennöintiä säännellään hyvin tarkasti. Euroopan tasolla vaatimukset tulevat standardista EN 12929-1:2015, joka on vahvistettu myös suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi SFS-EN 12929-1. Henkilökuljetukseen tarkoitettujen köysiratojen turvallisuusvaatimukset määräytyvät standardien SFS-EN 12397:2017 ja SFS-EN 1908:2015 mukaan. Suomessa henkilökuljetukseen tarkoitettujen köysiratojen turvallisuusvaatimuksia säännellään lisäksi kuluttajaturvallisuuslailla (920/2011). Pelastamista ja evakuointia koskevat vaatimukset tulevat standardista SFS-EN 1909:2017. Seuraavaksi käydään läpi mainittujen standardien ja lain mukaisia vaatimuksia. Tässä luvussa puhuttaessa köysiradasta tarkoitetaan nimenomaan ilmassa kulkevaa henkilökuljetukseen tarkoitettua köysirataa.

### **2.4.1 Kulkureitti ja jänneväli**

Kun suunnitellaan köysiradan kulkureittiä, on se valittava siten, että matkustajille, työntekijöille ja kolmansille osapuolille ei aiheudu vaaraa riippumatta siitä, onko köysirata käytössä vai ei. Tämän lisäksi kulkureitin valinnassa tulee ottaa huomioon maaston ominaisuudet ja erityisesti niiden vaikutus evakuointiin, maaperän geologiset ja hydrologiset olosuhteet sekä mahdolliset ympäristövaarat, kuten maanvyörymät ja risteämiset teiden kanssa. (SFS-EN 12929-1, s. 16–17.)

Köysiradan jänneväli on valittava siten, ettei se vaikuta negatiivisesti köysien dynaamiseen käyttäytymiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että pendeliköysiradalla jänneväli ja köyden kaltevuus on valittava siten, että kuljetusväline ei pääse poistumaan asemalta painovoiman vaikutuksesta, eli toisin sanoen köyden on oltava suunnilleen vaakatasossa. Kiertököysiradalla jänneväli on puolestaan valittava siten, että köysi hieman nousee aseman läheisyydessä, jotta kuljetusvälineet voivat pysähtyä turvallisesti painovoimaisen hidastumisen avulla. (SFS-EN 12929-1, s. 18.)

### **2.4.2 Suurin sallittu korkeus maanpinnasta**

Köysiradan suurin sallittu korkeus maanpinnasta määritetään tilanteessa, jossa köysirata on levossa ja köyteen vaikuttaa ainoastaan nimelliskiristysvoima. Korkeutta määrittäessä tulee huomioida maanpinnan kaltevuudet sekä evakuointimahdollisuus, josta kerrotaan enemmän luvussa 2.4.9. (SFS-EN 12929-1, s. 30.)

Standardissa SFS-EN 12929-1 on annettu korkeusvaatimukset erikseen sekä suljetuille että avoimille kuljetusvälineille. Köysiradoilla, joilla liikennöidään suljetuilla kuljetusvälineillä, köysiprofiilin suurin sallittu korkeus maanpinnasta on enintään 60 m. Poikkeuksen tekee kuitenkin tilanne, jossa korkeintaan viisi kuljetusvälinettä liikennöi samalla köysiradan osalla samanaikaisesti. Tällöin yksittäisen osan korkeus maanpinnasta voi olla enemmän kuin 60 m. Toinen poikkeus ovat köysiradat, joilla evakuointi on suunniteltu suoritettavan köyttä pitkin. Tällaisilla radoilla enimmäiskorkeutta ei ole rajoitettu lainkaan. (SFS-EN 12929-1, s. 30.)

Köysiradoilla, joilla liikennöidään avoimilla kuljetusvälineillä, köysiprofiilin suurin sallittu korkeus maanpinnasta on enintään 15 m. Poikkeuksiakin kuitenkin sallitaan, sillä tietyissä tilanteissa enimmäiskorkeus voi olla 25 m. Avoimilla kuljetusvälineillä varustettu köysirata voi kulkea 25 metrin korkeudella enintään 200 metrin matkan, jos köysiradan kokonaispituus on alle kilometrin. Jos köysiradan kokonaispituus on puolestaan yli kilometrin, 25 metrin korkeudella voidaan kulkea enintään 10 % osuudella koko radan pituudesta. Suurimmasta sallitusta korkeudesta poikkeaminen ei saa kuitenkaan olla kovin pitkäkestoista, sillä jokainen osuus, jolla korkeus on yli 15 m, saa olla enintään 100 metriä pitkä, ja jokainen osuus, jolla korkeus on yli 20 m, saa olla enintään 50 metriä pitkä. (SFS-EN 12929-1, s. 30.)

### **2.4.3 Tilantarve**

Köysiradan tilantarvetta määritettäessä tulee ottaa huomioon köysiratalaitteiston rajaprofiili, köysiradan turva- ja raidevälit sekä matkustajille ja mahdolliselle henkilöstölle tarvittava tila, jota käsitellään tarkemmin luvussa 2.4.8. Sähkökaapeleiden kanssa risteävien tai rinnakkain kulkevien köysiratojen osalta on noudatettava voimassa olevia kansallisia määräyksiä, jotta varmistetaan riittävä varoetäisyys. (SFS-EN 12929-1, s. 27.) Suomessa varoetäisyydet vaihtelevat kahdesta metristä viiteen metriin riippuen sähkökaapelin jännitteestä (Tukes, n.d). Tilantarvetta suunniteltaessa tulee huomioida sekä tilanteet, jolloin köysiradan liikennöinti on käynnissä, että tilanteet, jolloin liikennöinti ei ole käynnissä. (SFS-EN 12929-1, s. 27).

Köysiratalaitteiston rajaprofiili muodostuu köysistä ja kuljetusvälineistä. Rajaprofiilia määrittäessä tulee huomioida köysien sivuttais- ja pystysuuntaiset poikkeamat, kuljetusvälineiden pituus- ja poikittaissuuntaiset heilahtelut sekä kuljetettavan henkilön kehonosille varatut alueet (SFS-EN 12929-1, s. 20). Köysiratalaitteiston rajaprofiili ei saa kulkea sähkölinjan rajaprofiilin kautta (SFS-EN 12929-1, s. 27). Köysiratalaitteiston rajaprofiilia koskevat vaatimukset on esitetty standardin SFS-EN 12929-1 sivuilla 20–25.

Köysiradan turvaväleille on hyvin tarkkoja vaatimuksia. Köysiradan etäisyys esimerkiksi kaikkiin kiinteisiin rakenteisiin, puihin sekä köysiratalaitteiston

rajaprofiiliin on oltava vähintään 1,5 m. Turvaväliä ei kuitenkaan vaadita sellaisille köysiradan rakenneosille, jotka on toiminnallisista syistä sijoitettava lähemmäksi rataa. Tällaisia rakenteita ovat muun muassa huolto- ja turvalaitteet. (SFS-EN 12929-1, s. 28.) Köysiradan turvavälimääräykset on kerrottu standardin SFS-EN 12929-1 sivuilla 28–29.

Köysiradan raideväli, eli kahden rinnakkaisen köyden väli, määräytyy köysiratalaitteiston rajaprofiilin mukaisesti. Raideväliä määrittäessä tulee ottaa huomioon sekä köysien sivuttaissuuntaiset poikkeamat että kuljetusvälineen poikittaissuuntaiset heilahtelut, jotka voivat standardin sallimissa rajoissa olla jopa 0,20 radiaania. Köysien sivuttaissuuntaisen poikkeaman aiheuttava dynaaminen paine on suurempi alueilla, joilla tuulee kovempaa, joten tarvittava raideväli voi vaihdella paikallisten olosuhteitten mukaan. (SFS-EN 12929-1, s. 29.)

#### **2.4.4 Köyden jännitys ja ohjaus**

Köyden jännitys ja ohjaus on varmistettava sekä asemilla että linjalla. Varmistaminen tapahtuu köyden ominaisuuksiin sopivilla kannatuskouruilla eli liikkumattomia köysiä ohjaavilla laitteilla, tai pyörivillä tuilla, joiden on ylläpidettävä köyden kireys ennalta määriteltyjen raja-arvojen sisällä (SFS-EN 1908:2015, s. 7). Köyden kireyttä seurataan valvontalaitteiden avulla. Valvontalaitteiden on oltava sellaisia, että niiden käyttäminen on helppoa liikennöinnin aikana suoritettavia tarkastuksia ja huoltotöitä silmällä pitäen. Suunnitteluvaiheessa köyden kireydelle on laskettava riittävät arvot, jotka on tarvittaessa voitava varmistaa käyttökokeen avulla. Köyden kannattimien suunnittelussa tulee lisäksi ottaa huomioon köyden korroosio- ja väsymiskäyttäytyminen. (SFS-EN 12929-1, s. 44–45.)

Köyden jännitys ja ohjaus on suunniteltava siten, että kannatuskouruihin ja pyöriviin tukiin kohdistetaan riittävät kantavat voimat, jotta köyden pystysuuntaiset poikkeamat pysyvät raja-arvojen sisällä. Jos jännitystä ja ohjausta ei suunnitella riittävällä hartaudella, on riskinä kuljetusvälineen suistuminen. Kaikissa tapauksissa suistumisriskiä ei voida täysin poistaa kannatuskourujen ja pyörivien tukien avulla, ja tällöin köysirata on varustettava köysikourulla eli laitteistolla, jonka avulla saadaan pudonnut köysi kiinni. Kaksi köysiradoilla tulee köysikourujen lisäksi olla köyden ohjain, joka ohjaa liikuvan köyden takaisin normaalille paikalleen pyörivien tukien päälle suistumisen jälkeen. (SFS-EN 12929-1, s. 45.)

Toinen mahdollinen köyden jännityksen ja ohjauksen laiminlyönnin tuloksena syntyvä riski on köysien risteäminen. Tällöin seurauksena voi olla kuljetusvälineen jääminen kiinni köyteen ja liikennöinnin keskeytyminen. Kaksi köysiradalla on oltava laitteita, jotka pysäyttävät liikennöinnin automaattisesti, jos vetoköysi ja kannatusköysi osuvat toisiinsa. (SFS-EN 12929-1, s.

45.) Kaikki köysiradan köyden jännitystä ja ohjausta koskevat vaatimukset on kerrottu standardin SFS-EN 12929-1 sivuilla 44–46 sekä standardissa SFS-EN 1908:2015.

#### **2.4.5 Käyttönopeus**

Köysiradan käyttönopeudelle on määritetty enimmäisarvot. Pendeliköysiradalla käyttönopeus voi olla enintään 12,0 m/s. Kaksikaapelisen kiertoköysiradan enimmäisnopeus voi olla puolestaan 8,0 m/s ja yksikaapelisen kiertoköysiradan 7,0 m/s. Avoimilla kuljetusvälineillä liikennöivä köysirata voi kulkea enintään 5,0 m/s. Jos kuljetaan radan tukirakenteiden yläpuolella, kaikkien köysiratatyyppien nopeutta voidaan joutua hidastamaan. Köysiradan käyttönopeus on valittava siten, että keskikiihtyvyys tukirakenteiden kohdalla ei nouse yli 2,5 m/s<sup>2</sup>. Käyttönopeus hidastuu myös asemien kohdalla, sillä avoimet kuljetusvälineet voivat kulkea asemien kohdalla enimmäisnopeudella 2,5 m/s ja suljetut kuljetusvälineet ainoastaan nopeudella 0,5 m/s. (SFS-EN 12929-1, s. 31–32.) Nopeuden hidastuminen asemien kohdalla on usein toteutettu irrotusmekanismilla, jonka avulla kuljetusvälineet voidaan irrottaa vetoköydestä niiden saapuessa asemalle ja kiinnittää siihen uudelleen asemalta poistuttaessa (Clement-Werny ym., 2011).

Käytännössä köysiradan suurin sallittu nopeus määräytyy köysiratajärjestelmän sekä käyttöolosuhteiden perusteella. Nopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi köysien ja kuljetusvälineiden dynaaminen käyttäytyminen, köysiradan tukirakenteet, kuten pylväiden ja asemien lukumäärä, sekä mahdolliset ruuhkat. Ennen köysiradan käyttöönottoa on laskelmien avulla voitava todistaa, että käyttönopeudessa on huomioitu myös radan turvallisuus. (SFS-EN 12929-1, s. 30–31.) Käyttönopeuden enimmäisarvot kaikille erilaisille köysiratatyypeille on määritetty standardin SFS-EN 12929-1 sivuilla 30–33.

#### **2.4.6 Vuoroväli**

Vuorovälillä tarkoitetaan kiertoköysiratojen kahden toisiaan seuraavan kuljetusvälineen tai kuljetusvälineryhmän tai vetolaitteen välistä aikaa (SFS-EN 1907:2017, s. 35). Vuoroväliä suunniteltaessa on otettavat huomioon sekä radan kuormitus että asemilla tapahtuva matkustajien kyytiin nouseminen ja kyydistä poistuminen. Standardissa SFS-EN 12929-1 määritetty vuorovälin vähimmäisvaatimus on viisi sekuntia. (SFS-EN 12929-1, s. 33).

Käytännössä eri köysiratojen vuorovälit vaihtelevat merkittävästi kymmenistä sekunneista noin varttituntiin köysiratajärjestelmän mukaan. Korillisilla kiertoköysiratajärjestelmillä kuljetusvälineet voivat olla lähes jatkuvassa liikkeessä, mistä hyvänä esimerkkinä on Kolumbiassa sijaitsevan Medellinin kaupungin köysirata, jossa kuljetusvälineet lähtevät asemilta ruuhka-aikoina

12 sekunnin välein. Pendeli-köysiradoilla vuorovälit ovat puolestaan huomattavasti harvemmat. Esimerkiksi Yhdysvaltojen New Yorkissa sijaitseva Roosevelt Islandin pendeliköysirata liikennöi ruuhka-aikoina kahdeksan minuutin vuoroväleillä ja ruuhka-aikojen ulkopuolella vartin välein. (Clement-Werny ym., 2011.)

#### **2.4.7 Käyttökoneisto**

Käyttökoneistolla tarkoitetaan moottorien, vastaavien energiansyöttölaitteiden, välityslaitteistojen, ohjauksen ja turvallisuuslaitteiden sekä jarrujen muodostamaa kokonaisuutta, joka on välttämätön köysiradan suunniteltua käyttöä varten (SFS-EN 1907:2017, s. 29). Jokainen köysirata tulee varustaa pääkäyttökoneistolla, joka varmistaa radan normaalin käytön. Jos liikennöintivaatimukset sitä edellyttävät, köysirata on varustettava lisäksi varakäyttökoneistolla. Varakäyttökoneistolla tarkoitetaan käyttökoneistoa, joka mahdollistaa käytön pääkäyttökoneiston sijasta pienennetyllä kuljetuskapasiteetilla, mutta samalla turvallisuudella kuin normaalissa käytössä. (SFS-EN 12929-1, s. 34; SFS-EN 1907:2017, s. 29–30).

Tarvittaessa köysirata tulee varustaa myös pääkäyttökoneistosta erillään olevalla hätäkäyttökoneistolla, joka mahdollistaa kuljetusvälineiden kuljettamisen takaisin asemille muiden käyttökoneistojen tullessa toimintakyvyttömiksi. Hätäkäyttökoneisto voidaan jättää asentamatta, jos köysiradan kokonaispituus on enintään 500 m, kuljetusvälineiden lukumäärä yhtä köyttä kohden ei ole enempää kuin 30, kuljetusvälineet voivat palata asemille painovoiman vaikutuksesta tai matkustajien evakuointi voidaan toteuttaa sopivilla lisälaitteilla. (SFS-EN 12929-1, s. 34; SFS-EN 1907:2017, s. 30).

Jarrutusjärjestelmä on olennainen osa käyttökoneistoa. Standardi SFS-EN 12929-1 vaatii, että köysiradan kuljetusvälineet on saatava pysähtymään ja pysymään paikoillaan kaikista epäedullisimmissa kuormitus- ja kiinnitysolosuhteissakin. Käyttöasemalla on aina oltava vähintään kaksi erillistä jarrutusjärjestelmää, joista viimeisen käytössä olevan järjestelmän on automaattisesti korvattava vikaantunut järjestelmä sekä vaikutettava suoraan veto-työrään. Useampaa jarrutusjärjestelmää ei kuitenkaan tarvita, jos kuljetusvälineiden turvallinen jarrutus voidaan varmistaa köydestä riippumatta. (SFS-EN 12929-1, s. 35–36.)

Kaksiköysiradalla liikennöivät kuljetusvälineet on varustettava kuljetusvälineen sisäisillä jarruilla. Sisäiset jarrut voivat olla joko automaattiset tai käsikäyttöiset. (SFS-EN 13796-1:2017, s. 51.) Jos jarrutus toteutetaan kuljetusvälineen omalla jarrulla, köysiradan liikennöinnissä voi esiintyä viiveitä, jotka voivat aiheuttaa radan ruuhkautumista ja käyttönopeuden hidastumista (SFS-EN 12929-1, s. 36). Kuljetusvälineen sisäisten jarrujen vähimmäisvaatimukset on määritetty standardissa SFS-EN 13796-1:2017.

Käyttökoneistolle on määritetty useita vaatimuksia, kuten esimerkiksi se, että koneiston toiminta on varmistettava sääolosuhteista riippumatta sekä se, että koneiston on oltava helppopääsyinen huoltotöitä silmällä pitäen. Tärkeää on myös huomioida, että hätäkäyttökoneiston energianlähteen on oltava riippumaton pääkäyttökoneiston energianlähteestä. Hätäkäyttökoneiston on tarpeen vaatiessa pystyttävä kuljettamaan kuljetusvälineet takaisin asemille noin puolessatoista tunnissa. (SFS-EN 12929-1, s. 34–35.)

#### **2.4.8 Käytävät ja työskentelyalueet**

Käytävät ja työskentelyalueet ovat keskeisessä asemassa köysiradan jouhevan toiminnan kannalta, minkä takia niille on tarkat vaatimukset. Lähtökohta on se, että käytävät ja työskentelyalueet on sijoitettava siten, ettei köysiradan liikennöinti häiriinny. Lähtö- ja poistumisalueita lukuun ottamatta matkustajille tarkoitettujen käytävien on sijaittava kuljetusvälineiden vaatimien turvaetäisyyksien ulkopuolella. Käytävät on suunniteltava ja rakennettava siten, että niiden käyttö on rakenteellisesti ja toiminnallisesti turvallista kaikissa sääolosuhteissa. Matkustajien ohjaamiseksi asemille on järjestettävä suuntaviitat, minkä lisäksi toiminnallisesti merkittävät alueet, kuten odotusalueet sekä lähtö- ja poistumisalueet on merkittävä erottuvasti. (SFS-EN 12929-1, s. 36–37.)

Asemilla käytävien leveys on mitoitettava köysiradan matkustajakapasiteetin mukaisesti, mutta kuitenkin siten, että matkustajille tarkoitettujen käytävien leveys on muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta oltava vähintään 1,25 m. Kaikki henkilökunnan käyttöön tarkoitetut käytävät on suunniteltava vähintään 0,6 m leveiksi. Vapaan korkeuden käytävien ja työskentelyalueiden yläpuolella on oltava vähintään 2,5 m. Jos köysiradan rakenneosat ylittävät käytävän tai alueen, vapaa korkeus voi kuitenkin olla puoli metriä matalampi. Jalankulkijoille tarkoitetuilla käytävillä, joiden kaltevuus on yli 10 %, on oltava portaat. (SFS-EN 12929-1, s. 37.)

Koska köysiradan käytävät ja työskentelyalueet voivat sijaita korkealla, tulee erityistä huomiota kiinnittää putoamisturvallisuuteen. Määritelmän mukaan putoamisvaara on olemassa kaikissa sellaisissa kohdissa, jotka sijaitsevat yli metrin korkeudelle viereisestä pinnasta, tai joissa maasto laskee yli 60 %. Kaikissa kohdissa, joissa on putoamisvaara, käytävät ja työskentelyalueet tulee varustaa sellaisilla jäykillä kaiteilla, jotka estävät myös lapsia putoamasta. Rakenteet, jotka voivat pahentaa putoamisen seurauksia (esim. törröttävät pultit) on varustettava sopivilla suojuilla. (SFS-EN 12929-1, s. 38.)

Käytävien suunnittelussa tulee ottaa huomioon niiden esteettömyys. Kun köysirata on tarkoitettu myös pyörätuolin kanssa liikkuville, lattian on oltava liukumaton ja tasainen tai siinä tulee olla ramppeja. Käytävällä ei saa olla portaita eikä yli 2 cm korkeita tavallisia tai yli 4 cm korkeita viistettyjä

kynnyksiä. (SFS-EN 12929-1, s. 37.) Esteettömyydestä sekä muista käytäville ja työskentelyalueille määritellyistä vaatimuksista kerrotaan tarkemmin standardin SFS-EN 12929-1 sivuilla 36–42.

#### **2.4.9 Turvallisuus, pelastaminen ja evakuointi**

Suomessa köysiratojen turvallisuusvaatimukset perustuvat kuluttajaturvallisuuslakiin (920/2011). Pelastamista ja evakuointia koskevia vaatimuksia on puolestaan määritetty standardissa SFS-EN 1909:2017. Kuluttajaturvallisuuslain nojalla toiminnanharjoittajan on pidettävä huolta siitä, että palvelusta ei aiheudu vaaraa kenenkään terveydelle tai omaisuudelle. Kyseisen lain mukaan toiminnanharjoittajan on lisäksi arvioitava toiminnasta aiheutuvat riskit sekä laadittava niiden pohjalta turvallisuusasiakirja. Turvallisuusasiakirja voidaan liittää osaksi pelastamissuunnitelmaa, jollainen tulee standardin SFS-EN 1909:2017 mukaan laatia.

Jokainen köysirata on suunniteltava, rakennettava ja liikennöitävä siten, että kuljetusvälineen pidempiaikaisen pysähdyksen tapahtuessa siitä on mahdollista nopeasti tiedottaa matkustajille, minkä lisäksi tulee olla mahdollisuus saattaa matkustajat kohtuullisessa ajassa turvalliseen paikkaan vaarantamatta heidän tai henkilökunnan turvallisuutta. Pidempiaikaisen pysähdyksen tapahtuessa ensisijaisen toimenpiteen on oltava kuljetusvälineiden palauttaminen asemille. (SFS-EN 1909:2017, s. 7.) Matkustajia aletaan evakuoida vasta sitten, jos kuljetusvälineitä ei saada palautettua asemille kohtuullisessa ennalta määrättyssä ajassa (SFS-EN 12929-1, s. 47).

Matkustajien evakuointi kuljetusvälineistä voidaan suorittaa joko köydellä maahan laskemalla tai köyttä pitkin lähimmälle asemalle. Evakuointi köydellä laskemalla on sallittu, kun pelastuskorkeus ei ole yli 100 m ja maaperä on sopiva. Jos köysiradan koko reitillä tai reitin osalla evakuointi on mahdollista suorittaa suoraan maanpinnan tasolle, on linjalla oltava laitteisto köyttä pitkin tapahtuvaa evakuointia varten. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että linja on varustettava pelastamiskorilla, joka toimii riippumattomalla energianlähteellä. (SFS-EN 1909:2017, s. 9–10.) Henkilönkuljetukseen tarkoitettujen köysiratojen pelastamista ja evakuointia koskevia vaatimuksia on avattu seikkaperäisemmin standardissa SFS-EN 1909:2017.

### **2.5 Köysiradat maailmalla**

Suurin osa maailman köysiradoista sijaitsee hiihtokeskusten yhteydessä, ja niiden tehtävänä on kuljettaa laskettelijoita rinteiden laelle. Viime vuosina teknologiaa on kuitenkin otettu enenemissä määrin käyttöön myös kaupunkiympäristöissä. (Alshalalfah ym., 2012.) Eräissä eurooppalaisissa kaupungeissa, kuten Ranskan Lyonissa ja Espanjan Barcelonassa on käytössä katusosassa kulkeva kiskoköysirata. Eurooppalaisista kaupungeista löytyy myös

ilmassa kulkevia köysiratoja, mutta niiden pääasiallinen tehtävä on kuljettaa turisteja. Euroopan ulkopuolelta löytyy puolestaan useita suurkaupunkialueita, joissa köysirataa käytetään joukkoliikennevälineenä. Tällaisia kaupunkialueita ovat esimerkiksi Bolivian La Paz, Kolumbian Medellín, Yhdysvaltojen Portland ja New York sekä Algerian Alger. (Clement-Werny ym., 2011.) Seuraavaksi käydään läpi näitä maailmalta löytyviä kaupunkiympäristössä liikennöiviä köysiratajärjestelmiä.

### 2.5.1 La Paz, Bolivia

Maailman pisin kaupunkiympäristössä toimiva köysiratajärjestelmä Mi Teleférico liikennöi Etelä-Amerikan Boliviassa yhdistäen maan hallinnollisen pääkaupungin La Pazin ja El Altonin kaupungin (Martinez ym., 2018). Vuonna 2014 avautunut ja vuosi vuodelta laajentunut köysiratajärjestelmä koostuu kymmenestä eri reitistä, joiden yhteispituus on 30,5 kilometriä (World Bank Group, 2020). Andien reunalla sijaitsevat La Paz ja El Alton ovat väkimäärältään Bolivian toiseksi ja kolmanneksi suurimmat kaupungit, ja niiden muodostamalla suurkaupunkialueella asuu yhteensä noin 1,8 miljoonaa ihmistä. Kaupunkien välillä kulkeva tie on hyvin kapea ja mutkainen, mikä tekee matkustamisesta paitsi epämukavaa myös vaarallista. Koska kaupunkien välinen liikenne on Bolivian elinkeinoelämän kannalta tärkeää, köysiradan rakentamista ehdittiin väläyttellä tasaisin väliajoin aina 1970-luvulta lähtien. (Martinez ym., 2018.) La Pazin köysiratajärjestelmän reittikartta on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. La Pazin köysiratajärjestelmän reittikartta (mukaillen Mi Teleférico, n.d).



La Pazin köysiratajärjestelmä on tyypiltään korillinen kiertoköysirata, ja se on rakennettu kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa vuonna 2014 avautui kolme reittiä: Línea Roja, Línea Amarilla sekä Línea Verde. Ne eivät vielä mahdollistaneet suoraa yhteyttä La Pazin ja El Altonin välillä, mutta vauhdittavat matkantekoa huomattavasti. Loput seitsemän reittiä avautuivat vuosina 2017–2019. Projektin kokonaiskustannus oli noin 690 miljoonaa euroa. (World Bank Group, 2020.) Yksityiskohtaisemmin La Pazin köysiratajärjestelmän reittikohtaisia ominaisuuksia on koottuna taulukkoon 1.

Taulukko 1. La Pazin köysiratajärjestelmän keskeisimmät ominaisuudet (World Bank Group, 2020).

	Käyttöön- ottovuosi	Reitin pituus (km)	Rakennus- kustannus (€)	Enimmäis- nopeus (km/h)	Matka-aika	Kuljetusvä- lineen kapa- siteetti (hlö)	Kuljetusväli- neiden määrä (kpl)	Matkustajakapa- siteetti (hlö/h)
<b>LÍNEA ROJA</b>	2014	2,4	50 milj.	18	10 min	10	109	3 000
<b>LÍNEA AMARILLA</b>	2014	3,9	70 milj.	18	13 min 30 s	10	169	3 000
<b>LÍNEA VERDE</b>	2014	3,7	75 milj.	18	16 min 35 s	10	165	3 000
<b>LÍNEA AZUL</b>	2017	4,7	70 milj.	18	17 min	10	208	3 000
<b>LÍNEA NARANJA</b>	2017	2,6	60 milj.	18	10 min	10	127	3 000
<b>LÍNEA BLANCA</b>	2018	2,9	55 milj.	18	13 min 5 s	10	131	3 000
<b>LÍNEA CELESTE</b>	2018	2,7	75 milj.	21,6	11 min 50 s	10	159	4 000
<b>LÍNEA-MORADA</b>	2018	4,3	85 milj.	21,6	16 min 10 s	10	190	4 000
<b>LÍNEA CAFÉ</b>	2018	0,7	-	18	3 min 50 s	10	26	2 000
<b>LÍNEA PLATEADA</b>	2019	2,6	50 milj.	18	11 min 40 s	10	116	3 000

Päivittäin La Pazin ja El Altonin välillä kulkee yli 440 000 matkustajaa (World Bank Group, 2020). Ennen köysiratajärjestelmän rakentamista julkinen liikenne La Pazin ja El Altonin välillä rajoittui takseihin ja linja-autoihin, jotka olivat tyypillisesti ruuhka-aikoina ääriään myöten täynnä. Tuolloin keskimääräinen matka-aika kaupungista toiseen oli noin 40 minuuttia. Nykyään köysiratajärjestelmän avulla matkaan kuluu aikaa vain kymmenen minuuttia, joten vaikutusten alueen asukkaiden liikkumiseen voidaan todeta olleen merkittäviä. (Martinez ym., 2018.)

## 2.5.2 Medellín, Kolumbia

Myös maailman toiseksi pisin kaupunkiympäristössä toimiva köysiratajärjestelmä löytyy Etelä-Amerikasta. Laaksossa sijaitseva Medellín on Kolumbian toiseksi suurin kaupunki, jossa asuu noin 2,5 miljoonaa ihmistä. Medellínin köysiratajärjestelmän ensimmäinen reitti avattiin vuonna 2004 ja tänä päivänä järjestelmään kuuluu yhteensä kuusi reittiä, joiden yhteispituus

on 14,62 km. Toisin kuin La Pazin tapauksessa, Medellínissä köysiratajärjestelmä on integroitu osaksi laajempaa joukkoliikennejärjestelmää Metro de Medellínä, mikä tarkoittaa, että köysiratojen asemat ovat metro-, linja-auto- ja raitiovaunuterminaalien välittömässä läheisyydessä, kuten kuvasta 4 nähdään. (Heinrichs & Bernet, 2014; Metro de Medellín, 2020.)



Kuva 4. Medellínin joukkoliikennejärjestelmän linjakartta (mukaillen Metro de Medellín, 2020; Metro de Medellín, 2021).

Medellínin köysiratajärjestelmä on tyypiltään korillinen kiertoköysirata eli gondolihiisi, joka voidaan havaita kuvasta 5. Medellínissä köysiratajärjestelmään päädyttiin, koska sen rakentaminen on suhteellisen nopeaa ja kustannustehokasta vähäisen maanhankintatarpeen ja yksinkertaisen tekniikan ansiosta. Kun ensimmäisenä rakennettu reitti K aloitti liikennöinnin vuonna 2004, olivat kaupunkiympäristöön sijoitetut köysiratajärjestelmät vielä varsin harvinaisia, minkä vuoksi projekti sai laajalta huomiota paitsi muissa Etelä-Amerikan maissa myös laajemmalla Euroopassa ja Aasiassa. (Brand & Davila, 2011.) Köysirata on osoittautunut toimivaksi osaksi joukkoliikennejärjestelmää, minkä seurauksena uusia köysiratareittejä on avattu jatkuvasti: reitti J vuonna 2008, reitti L vuonna 2010, reitti H vuonna 2016, reitti M vuonna 2019 ja reitti P vuonna 2021 (Metro de Medellín, 2020).



Kuva 5. Reitti M yhdistää Trece de Noviembre asuinalueen muuhun kaupunkiin (Poma, 2019).

Köysiratajärjestelmän käyttöönotto on parantanut huomattavasti kaupungin reuna-alueilla asuvien ihmisten liikkumismahdollisuuksia. Ennen köysirataa mäkisessä maastossa oli useita kaupunginosia, joissa ainoa joukkoliikenne muoto oli ainoastaan harvoin liikennöivä linja-auto. Paikoin joukkoliikenteen toteuttaminen oli lähes mahdotonta, sillä kaikkialla ei kulje tieliikennekelpoisia teitä. (Alshalalfah ym., 2012.) Hyvänä esimerkkinä köysiratajärjestelmän vaikutuksesta toimii Medellínin koillisosassa sijaitseva Santo Domingon kaupunginosa. Ennen köysiradan käyttöönottoa matka Santo Domingosta Medellínin keskustaan saattoi kestää jopa yli kaksi tuntia, mutta nykyään matkaan kuluu ainoastaan puolisen tuntia (Alshalalfah ym., 2012; Metro de Medellín, 2020). Medellínin köysiratajärjestelmän eri reittien keskeisimmät ominaisuudet on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Medellínin köysiratajärjestelmän keskeisimmät ominaisuudet (Metro de Medellín, 2020; World Bank Group, 2020).

	Käyttöönottovuosi	Reitin pituus (km)	Rakennuskustannus (€)	Enimmäisnopeus (km/h)	Matka-aika	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>REITTI K</b>	2004	2,07	24 milj.	18	9 min	10	93	3 000
<b>REITTI J</b>	2008	2,7	50 milj.	18	12 min	10	119	3 000
<b>REITTI L</b>	2010	4,6	24 milj.	18	15 min	10	55	1 200
<b>REITTI H</b>	2016	1,4	26 milj.	18	5 min	10	44	1 800
<b>REITTI M</b>	2019	1,05	35 milj.	18	4 min	10	49	2 500
<b>REITTI P</b>	2021	2,8	99 milj.	19	10 min	12	138	4 000

### 2.5.3 Portland & New York, Yhdysvallat

Yhdysvaltojen luoteisrannikolla sijaitsevassa Portlandin kaupungissa asuu noin 650 000 ihmistä. Portlandia pidetään yhtenä Yhdysvaltojen ympäristöystävällisimmistä kaupungeista, sillä kaupunki on panostanut hyvin vahvasti julkiseen liikenteeseen. Yhtenä osana julkista liikennettä toimii myös pendeliköysirata Portland Aerial Tramway, joka koostuu kahdesta pääteasemasta ja yhdestä väliasemasta. Vuonna 2007 avautuneen köysiradan rakennuskustannukset olivat noin 53 miljoonaa euroa. (Alshalalfah ym., 2012.)

Portlandin pendeliköysirata yhdistää paikallisen yliopiston kampusalueen muuhun kaupunkiin kulkien usean moottoritien sekä kaupunginosan yli. Suunnitteluvaiheessa köysiradan arvioitiin kuljettavan 1 500 ihmistä päivässä, ja määrän odotettiin nousevan 5 500 ihmiseen vuoteen 2030 mennessä. Ennustukset menivät kuitenkin pahasti alakanttiin, sillä jo heti ensimmäisenä vuonna Portlandin köysiradalla oli keskimäärin 3 700 matkustajaa päivässä. (Alshalalfah ym., 2012.)

Myös Yhdysvaltojen itärannikolta löytyy joukkoliikennekäytössä oleva pendeliköysirata. Reilun 8,5 miljoonan asukkaan New Yorkissa sijaitseva Roosevelt Island Tramway yhdistää kaupungin halki virtaavassa joessa sijaitsevan pitkän ja kapean Roosevelt Islandin Manhattanin kaupunginosaan. Köysiratajärjestelmä koostuu kahdesta asemasta, joiden välillä liikennöi kaksi kuljetusvälinettä. Vuonna 1976 avautunut köysirata oli alun perin tarkoitettu vain väliaikaiseksi ratkaisuksi, mutta koska siitä tuli matkustajien keskuudessa hyvin suosittu, järjestelmä muutettiin pysyväksi vuonna 1989. Vuonna 2010 köysiradalle suoritettiin kattava 23 miljoonaa euroa maksanut modernisointi, minkä seurauksena kuljetusvälineet voivat nykyään kulkea toisistaan riippumatta. Päivitys mahdollistaa muun muassa toisen kuljetusvälineen huollon ilman, että koko järjestelmää täytyy sulkea. (Alshalalfah ym., 2012.) Portlandin ja New Yorkin köysiratajärjestelmien keskeisimmät ominaisuudet on lueteltu taulukossa 3.

Taulukko 3. Portlandin ja New Yorkin köysiratajärjestelmien keskeisimmät ominaisuudet (Alshalalfah ym., 2012; World Bank Group, 2020).

	Käyttöön- ottovuosi	Reitin pituus (km)	Rakennus- kustannus (€)	Enimmäis- nopeus (km/h)	Matka-aika	Kuljetusvä- lineen kapa- siteetti (hlö)	Kuljetusväli- neiden määrä (kpl)	Matkustajakapa- siteetti (hlö/h)
<b>PORTLAND</b>	2007	1,005	53 milj.	35,4	-	78	2	936
<b>NEW YORK</b>	1976 (2010)	0,96	4,7 milj. (23 milj.)	28,8	2 min 50 s	110	2	1 200

## 2.5.4 Alger, Algeria

Köysiratoja löytyy myös Pohjois-Afrikassa sijaitsevasta Algerian pääkaupungista Algerista. Pinta-alaltaan Afrikan suurimman maan pääkaupunki sijaitsee Välimeren rannalla, ja siellä asuu noin 3,15 miljoonaa ihmistä. Alger on perustettu Välimeren suuntaisesti kulkevien kukkuloiden rinteille ja kaupungista löytyy laajoja alanko- ja ylänköalueita. Näiden alueiden välillä liikkumiseen köysirata on osoittautunut erittäin toimivaksi kulkuvälineeksi. (World Bank Group, 2020.)

Ensimmäinen köysiratareitti Algeriin avattiin jo vuonna 1956 ja se modernisoitiin kauttaaltaan paikallisen kaupunkiliikenneyhtiön toimesta ensimmäisen kerran vuonna 1982. 1980-luvulla kaupunkiin rakennettiin lisäksi kolme uutta köysiratareittiä, jotka kaikki modernisoitiin vuosina 2007 ja 2008. Nykyisellään kaupungissa on toiminnassa kuusi köysiratareittiä, joista ensimmäiset neljä ovat tyypiltään pendeliköysiratoja ja kaksi viimeisintä korillisia kiertoköysiratoja. Pendeliköysiratoina toteutettujen osuuksien pituudet vaihtelevat 236 metristä 404 metriin. Kiertoköysiratoina toteutetut osuudet ovat sen sijaan huomattavasti kattavampia, sillä ne ovat pituudeltaan 2,0 kilometriä ja 2,9 kilometriä. (World Bank Group, 2020.) Algerin köysiratajärjestelmän eri reittien keskeisimmät ominaisuudet on kuvattu taulukossa 4.

Taulukko 4. Algerin köysiratajärjestelmän keskeisimmät ominaisuudet (World Bank Group, 2020).

	Käyttöön- ottovuosi	Reitin pituus (km)	Rakennus- kustannus (€)	Enimmäis- nopeus (km/h)	Matka-aika	Kuljetusvä- lineen kapa- siteetti (hlö)	Kuljetusväli- neiden määrä (kpl)	Matkustajakapa- siteetti (hlö/h)
<b>REITTI 1</b>	1952 (1982 / 2008)	0,236	2,5 milj.	21,6	1 min 30 s	35	2	1 400
<b>REITTI 2</b>	1987 (2008)	0,26	2,5 milj.	18	1 min 30 s	35	2	1 050
<b>REITTI 3</b>	1987 (2007)	0,404	2,9 milj.	21,6	2 min	35	2	1 155
<b>REITTI 4</b>	1984 (2008)	0,268	2,5 milj.	21,6	2 min	35	2	1 050
<b>REITTI 5</b>	2014	2,9	29 milj.	21,6	12 min	10–15	57	2 400
<b>REITTI 6</b>	2019	2,0	23 milj.	19,8	7 min	10	66	2 400

## 2.6 Köysiradat Suomessa

Kuten Alppimaissa, myös Suomessa hiihtokeskuksilla on ollut ja on edelleen keskeinen asema köysiratojen rakentamisessa. Suomen ensimmäinen köysirata oli Janakkalan Kiianlinnan laskettelurinteeseen vuonna 1949 rakennettu hiihtohissi, jossa laskettelijat kiinnittyivät hissinarussa kulkeviin kapuloihin vyön avulla. Monet Lapin hiihtokeskukset saivat ensimmäiset

hiihtohissinsä 1950- ja 1960-lukujen aikana. Vaikka Suomen ensimmäiset hiihtohissit olivatkin hyvin alkeellisia ja toiminnallisesti epävarmoja, vauhdittivat ne laskettelukeskusten kasvua merkittävästi, sillä ennen niitä ainoat keinot päästä takaisin rinteiden laelle olivat joko käveleminen tai paikoin suosituimmilla rinteillä järjestetty porokyyti. (Ovaskainen, 2018.)

Suomessa on käytössä vajaa 400 köysirataa, joista lähes kaikki ovat laskettelukeskusten yhteydessä sijaitsevia hiihtohissejä (Valkama, 2018). Pendelihissejä Suomessa ei ole ainuttakaan, mutta korillisia kiertoköysiratoja eli gondolihissejä Suomessa on käytössä neljä, ja kaikki niistä sijaitsevat hiihtokeskuksissa: kaksi Kittilän Levillä ja yhdet sekä Kolarin Yllästunturilla että Kuusamon Rukalla. Perinteisiä tuolihissejä Suomesta löytyy puolestaan 22 ja ne ovat jakautuneet siten, että neljä niistä sijaitsee Rukalla, neljä Levillä, kolme Pelkosenniemen ja Kemijärven Pyhätunturilla, kaksi Jämsän Himoksellä, kaksi Nilsin Tahkolla, kaksi Sotkamon Vuokatissa, kaksi Yllästunturilla sekä yhdet Lieksan Kolilla, Rovaniemen Ounasvaaralla ja Inarin Saariselällä. Myös Kuopiossa sijaitsevan Puijon suurmäen ja Lahdessa sijaitsevan Salpausselän suurmäen yhteydessä on tuolihissit, mutta ne palvelevat ensisijaisesti mäkihyppääjiä. Kiskoköysiratoja Suomessa on kaksi: yksi Turussa ja yksi Kolilla. Kuvaan 6 on ikuistettu Levillä sijaitseva Gondoli2000, joka on Suomen vanhin gondolihissi.



Kuva 6. Levillä sijaitseva Gondoli2000 on Suomen vanhin gondolihissi (Levi, n.d).

Suomen ensimmäinen gondolihiisi, Gondoli2000, avattiin Kittilän Levillä vuonna 2000 (Lift-World.info, n.d). Hieman vajaa puolitoista kilometriä pitkä Gondoli2000 kulkee Levitunturin länsirinteillä kuljettaen matkustajia tunturin juurelta sen laelle ja takaisin. Köysirata toimii ensisijaisesti näköalahissinä, jonka kyydissä voi ihastella sekä Levin että naapurituntureiden maisemia. (Levi, n.d.) Levillä on käytössä myös toinen gondolihiisi: Levi Express. Levi Express on huomattavasti lyhyempi kuin Gondoli2000, sillä sen pituus on ainoastaan 415 metriä. (Lift-World.info, n.d.) Levi Express kuljettaa matkustajia Kittilän Sirkan kylästä Levin Eturinteiden päälle, jossa sijaitsevat kongressikeskus sekä hotelli. Molemmat Levin gondolihiiseistä ovat auki ympäri vuoden ja sopivat myös lastenvaunujen tai pyörätuolin kanssa liikkuville. (Levi, n.d.)

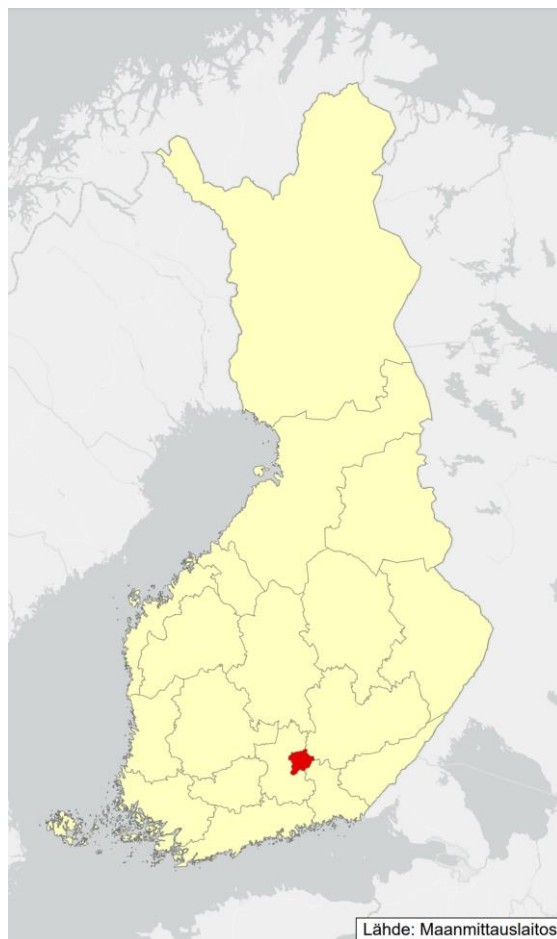
Levin lisäksi gondolihiisejä löytyy myös Kolarin Yllästunturilta sekä Kuusamon Rukalta. Yllästunturilla sijaitseva Ylläs 1 Gondoli on Suomen pisin köysirata, jonka hieman yli kaksi kilometriä pitkä reitti kulkee Ylläsjärven kylästä Yllästunturin laelle (Lift-World.info, n.d). Gondolihiisiin on esteetön pääsy pyörätuolilla sekä lastenrattailla. Ylläs 1 Gondolin erikoisuutena on saunagondoli, joka on saatavilla tilauksesta. Talvikauden lisäksi gondoli on avoinna myös kesäaikaan juhannuksen tienoilta lokakuun alkuun. (Ylläs, n.d.) Suomen uusin ja nopein gondolihiisi on puolestaan Rukalla sijaitseva Village-2-Valley (Lift-World.info, n.d). Rukan kylästä tunturin laen kautta Rukan laaksoon kulkeva köysirata on esteetön, sillä myös sen kyytiin on mahdollista nousta pyörätuolilla tai lastenvaunujen kanssa. Village-2-Valley-gondolihiisin tarjoamista maisemista voi nauttia lähes ympäri vuoden, sillä hissi on avoinna vuoden jokaisena kuukautena toukokuuta lukuun ottamatta. (Ruka, n.d.) Suomessa käytössä olevien gondolihiisien keskeisimmät ominaisuudet on kuvattu taulukossa 5.

Taulukko 5. Suomessa käytössä olevien gondolihiisien keskeisimmät ominaisuudet (Lift-World.info, n.d).

	Sijainti	Käyttöön- ottovuosi	Reitin pituus (km)	Enimmäis- nopeus (km/h)	Kuljetusvä- lineen kapa- siteetti (hlö)	Kuljetusväli- neiden määrä (kpl)	Matkustajaka- pateetti (hlö/h)
<b>GONDOLI- 2000</b>	Levi, Kittilä	2000	1,41	18	6	-	2 000
<b>LEVI EXPRESS</b>	Levi, Kittilä	2007	0,41	18	8	6	548
<b>YLLÄS 1 GONDOLI</b>	Ylläs, Kolari	2007	2,01	21,6	8	56	2 000
<b>VILLAGE- 2-VALLEY</b>	Ruka, Kuusamo	2018	1,32	23,8	8	24	470

### 3 Heinola

Heinola on suomalainen kaupunki, joka sijaitsee Päijät-Hämeen maakunnassa. Kaupungin pinta-ala on 839,29 neliökilometriä ja siellä asuu 18 131 ihmistä (Heinolan kaupunki, 2021a; Tilastokeskus, n.d.a). Heinolan naapurikuntia ovat Asikkala, Hartola, Iitti, Kouvola, Lahti, Mäntyharju, Pertunmaa ja Sysmä. Heinolan asemoituminen Suomen kartalle on esitetty kuvassa 7. Kuten muutkin suomalaiset kaupungit, myös Heinola koostuu useista pienemmistä kaupunginosista ja kylistä, joista eritoten Vierumäki on Heinolan kaupungin näkökulmasta tarkasteltuna erittäin mielenkiintoinen alue. Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin Heinolan historiaan ja väestönkehitykseen, Vierumäen kylään sekä Heinolan nykyiseen liikennejärjestelmään.



Kuva 7. Heinolan kaupunki sijaitsee Päijät-Hämeen maakunnassa.

#### 3.1 Historia

Heinolan historian katsotaan alkaneen vajaa 7 000 vuotta sitten, kun valtava Saimaa-Päijänne-järvi puhkaisi jakaantuessaan väylän Salpausselän harjuun Heinolan nykyisen sijainnin kohdalla. Tämän seurauksena syntyivät



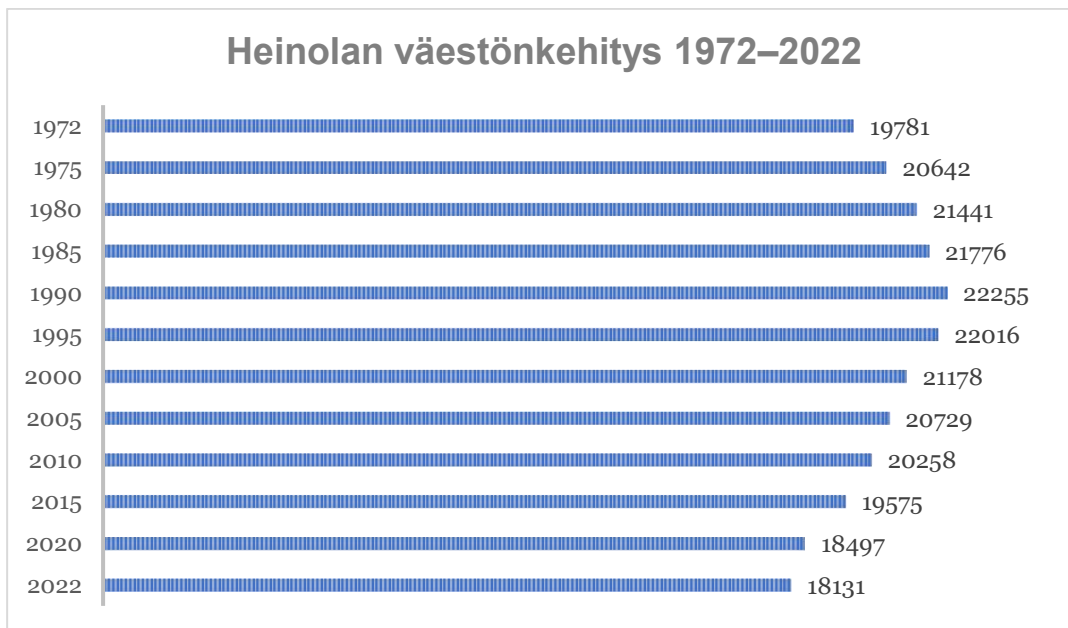
Päijänteen vesialue sekä Heinolaa halkova Kymijoki. Heinolan seutu säilyi kuitenkin vielä pitkään ainoastaan metsästäjien ja kalastajien eränkäyntialueena, sillä pysyvä asutus sinne tuli vasta keskiajalla, kun Hämeen Härkätien varteen syntyi Vierumäen kylä nykyisen Heinolan eteläosaan. Pian vakituisia asumuksia alettiin rakentaa myös nykyisen Heinolan keskusta-alueelle sekä pohjoisosaan. Vuonna 1776 kuningas Kustaa III perusti Heinolaan maaherran residenssin, minkä seurauksena Heinolasta tuli pieni talouden ja hallinnon keskus, jonka asukasluku nousi lähelle tuhatta asukasta. (Business Heinola, n.d.)

Kauaa ei Heinola kuitenkaan ehtinyt maaherran asuinpaikan asemastaan nauttimaan, sillä vuonna 1839 suoritetun lääninjaon yhteydessä residenssi muutti Mikkeliin. Suomen suuriruhtinaana toiminut keisari Nikolai I antoi kuitenkin lohdutuksena Heinolalle kaupunkioikeudet vielä samana vuonna. Tuoreen kaupungin elämä jatkui uneliaana aina 1890-luvulle asti, jolloin kaupungin sykkettä vilkastuttamaan perustettiin kylpylaitos sekä opettajaseminaari. Kylpylaitos osoittautui pian taloudellisesti kannattamattomaksi, mutta sen ansiosta Heinola sai kuitenkin pysyvän maineen eloisana kesäkaupunkina. Opettajaseminaari oli toiminnassa aina vuoteen 1972 asti, minä aikana sieltä ehti valmistua yli 3 500 opettajaa. (Business Heinola, n.d.)

Toisen maailmansodan jälkeen Heinola kasvoi voimakkaasti, kun menetetystä Karjalasta saapuneet evakot kaksinkertaistivat paikkakunnan asukasluvun. Heinolaan muutettiin myös työn perässä, sillä 1950-luvulta lähtien kaupunki tuli tunnetuksi suurista puunjalostus-, metalliteollisuus- ja tekstiiliteollisuuslaitoksistaan. Heinolassa valmistettiin muun muassa kaikkien tuntemia Heteka-sänkyjä sekä Högforsin liesiä ja kattiloita, minkä lisäksi siellä toimi aikoinaan Pohjoismaiden suurin farmaritehdas Mattisen Teollisuus, jossa valmistettiin James-farkk housuja. 2000-luvulle tultaessa teollisuuden voimakas murros on aiheuttanut työpaikkojen vähentymisen, mutta Heinolassa toimii silti edelleen tänä päivänäkin merkittäviä puunjalostusteollisuuslaitoksia. (Business Heinola, n.d.; Heinolan kaupunki, 2021b.)

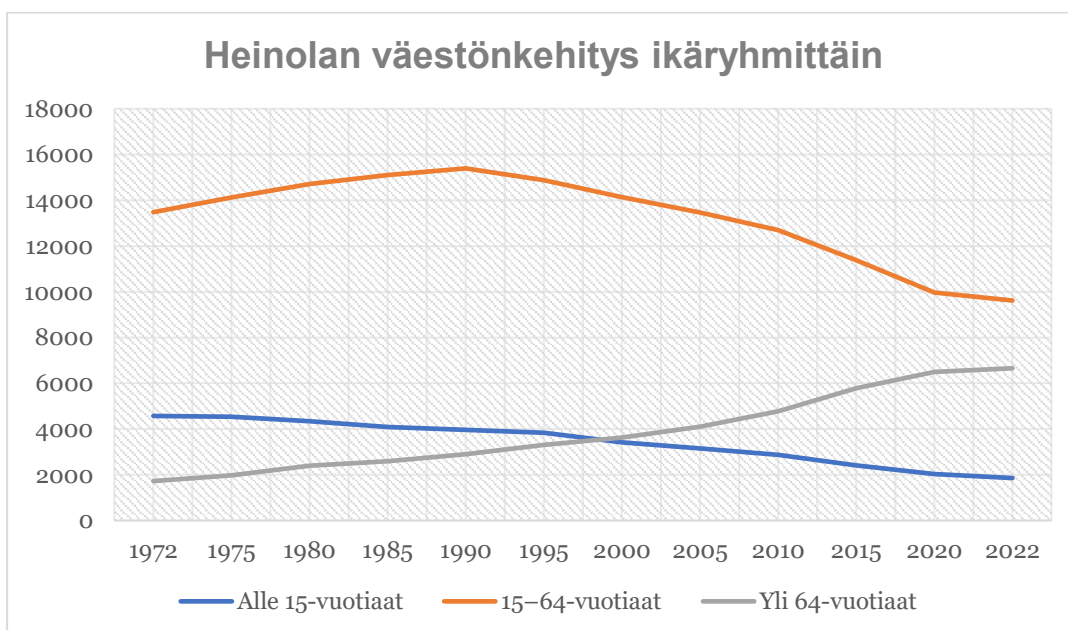
## **3.2 Väestönkehitys**

Vuoden 2022 lopussa Heinolan väkiluku oli 18 131. Se on pienin väkimäärä, mitä kaupungissa on mitattu viimeisten 50 vuoden aikana. (Tilastokeskus, n.d.a.) Kuten kuvasta 8 nähdään, Heinolan asukasluku kasvoi voimakkaasti vuodesta 1972 aina vuoteen 1990 asti. Syynä tähän olivat teollisuuslaitokset, joiden tarjoamat työpaikat houkuttelivat ulkopaikkakuntalaisia muuttamaan kaupunkiin. Kaikki muuttui kuitenkin 1990-luvun alussa Suomeen iskeneen lamakauden myötä. Isoja tehtaita jouduttiin sulkemaan ja työntekijöitä irtisanomaan, minkä seurauksena Heinolan muuttovirta kääntyi negatiiviseksi ja väkiluku lähti laskuun. (Business Heinola, n.d.)



Kuva 8. Heinolan väestönkehitys vuosina 1972–2022 (Tilastokeskus, n.d.a).

Yhteiskunnan suuret rakennemuutokset ovat aiheuttaneet sen, että Heinolan väestö on ikääntynyt. Kuvasta 9 ilmenee, että 15–64-vuotiaiden heinolalaisten määrä on ollut laskussa vuodesta 1990 asti. Alle 15-vuotiaiden asukkaiden määrä on puolestaan laskenut tasaisesti koko mittaushistorian ajan, ja 2000-luvun kynnyksellä yli 64-vuotiaiden heinolalaisten määrä ylitti alle 15-vuotiaiden määrän. Viimeisinä vuosikymmeninä yli 64-vuotiaiden määrä on kasvanut moninkertaiseksi alle 15-vuotiaisiin verrattuna.



Kuva 9. Heinolan väestönkehitys ikäryhmittäin (Tilastokeskus, n.d.a).

### 3.3 Strategia

Heinolan kaupunki on laatinut strategian vuoteen 2030. Strategian mukaisia arvoja ovat välittäminen, uudistuminen ja tuloksellisuus, jotka toteutuvat tekemällä yhdessä, arvostamalla toisia, katsomalla rohkeasti tulevaan sekä pistämällä töpinäksi ja saamalla asioita aikaan. Arvoja noudattaen pyritään saavuttamaan päämäärät, joita ovat hyvinvoinnin kasvu, uudistuva työ ja asuminen, vahva kaupunkiyhteisö sekä kestävä talous. Konkreettisia tavoitteita päämäärien saavuttamiseen ovat muun muassa hiilineutraalius, työikäisten nettomuuton ja työpaikkojen lisääminen, osallisuuden vahvistaminen asukaskokemuskyselyiden avulla sekä kasvua tukevat tulevaisuusinvestoinnit. (Heinolan kaupunki, 2022a.)

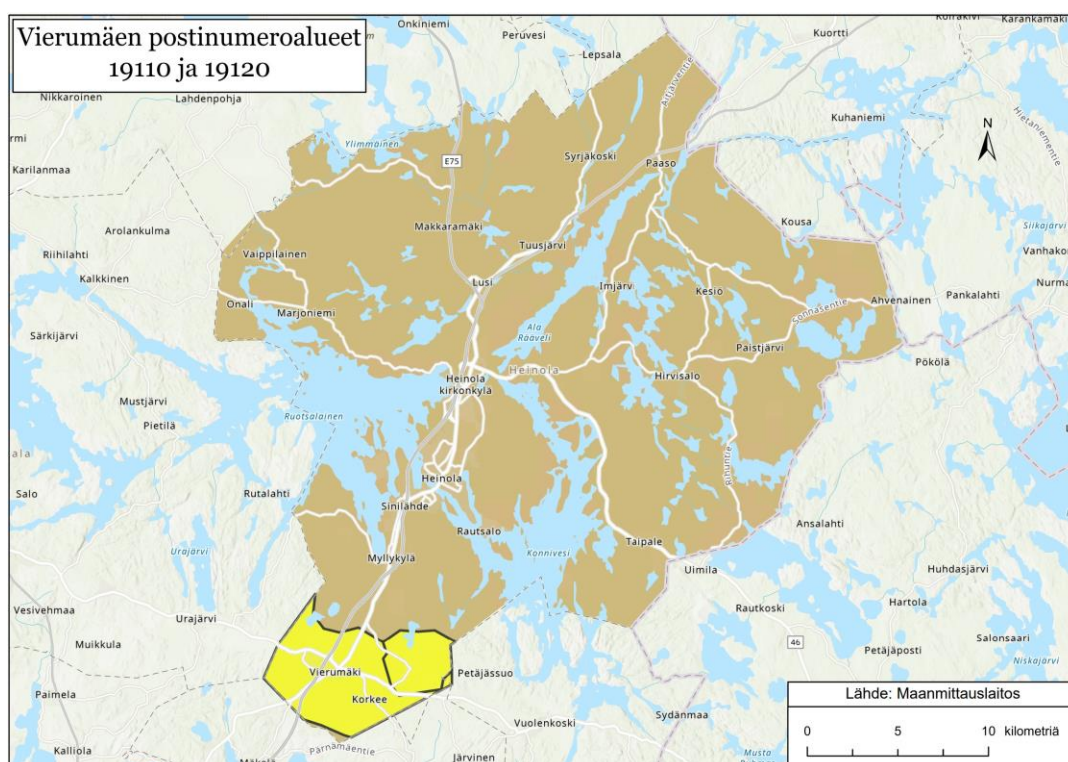
Vuoden 2021 syksyllä Heinola aloitti ilmastotiekartan valmistelun. Ilmastotiekartan tavoitteena on saada aikaan konkreettinen, Heinolan vihreää imagoa ja elinkeinoelämää edistävä suunnitelma, jonka avulla saavutetaan sekä Suomen kansalliset että Euroopan Unionin asettamat ilmastotavoitteet. Tiekartan konkreettisena tavoitteena on ilmastoposiitivinen Heinola vuoteen 2030 mennessä. Käytännössä tavoitteen saavuttaminen tarkoittaa sitä, että kaupungin toimijat sitoutuvat siihen, että hiiltä sidotaan enemmän kuin sitä päästetään ilmakehään eli päästöt ovat negatiiviset vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseksi suunniteltuja toimenpiteitä ovat esimerkiksi tuuli- ja aurinkoenergian edistäminen, julkisten liikenneyhteyksien kehittäminen ja kokeilu ilmaisesta joukkoliikenteestä, kestävän matkailun edistäminen sekä hiilineutraalin ja vähähiilisen rakentamisen vauhdittaminen. (Heinolan kaupunki, 2021c.)

### 3.4 Vierumäen kylä

Vierumäen kylä on Heinolan eteläosassa noin 13 kilometrin välimatkan päässä Heinolan keskustasta sijaitseva kylä. Vierumäellä on kaksi postinumeroaluetta, 19110 Vierumäki taajama ja 19120 Vierumäki urheiluopisto, joiden yhteenlaskettu väkiluku on 734. Viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana alueen väkimäärä on pysynyt suurin piirtein samana. (Tilastokeskus, n.d.b.) Vierumäen kylä tunnetaan parhaiten noin viiden kilometrin päässä Vierumäen taajamasta sekä noin 14 kilometrin päässä Heinolan keskustasta sijaitsevasta Suomen Urheiluopistosta, joka toimii kansallisena valmennus- ja harjoittelukeskuksena. Urheiluopistolla vierailee vuosittain noin 400 000–500 000 asiakasta.

Urheiluopiston lisäksi Vierumäellä toimii useita teollisuusyrityksiä, joiden ansiosta Vierumäki on merkittävä työssäkäyntialue. Alueen yrityksiä ovat muun muassa Suomen suurin yksityinen sahatavaran tuottaja ja jalostaja Versowood Oy, peltikattoja ja terästuotteita valmistava Weckman Steel Oy

sekä betonirakentamisen edelläkävijä Betsset-yhtiöt. Teollisuuskeskittymän vierestä löytyy huoltoasema Vierumäen Matkakeidas. Huoltoaseman lisäksi kylällä sijaitsee kauppa, apteekin sivupiste, koulu sekä päiväkot. (Vierumäen kylä, n.d.) Vierumäen aluetta tullaan kehittämään tulevaisuudessa voimakkaasti. Päijät-Hämeen liiton laatimassa kaupunkiseutusunnitelmassa Heinolassa tavoitellaan kaupungin väkiluvun nostamista 3 020 asukkaalla vuoteen 2060 mennessä. Asukasmäärän kasvusta 32 % on kaavailtu suuntautuvan Vierumäen alueelle, mikä tarkoittaa, että Vierumäen väkiluku yli kaksinkertaistuisi. Samassa ajassa Vierumäelle pyritään luomaan myös 560 uutta työpaikkaa. (Päijät-Hämeen liitto, 2023.) Vierumäen sijoittuminen Heinolan eteläosaan nähdään kuvasta 10.



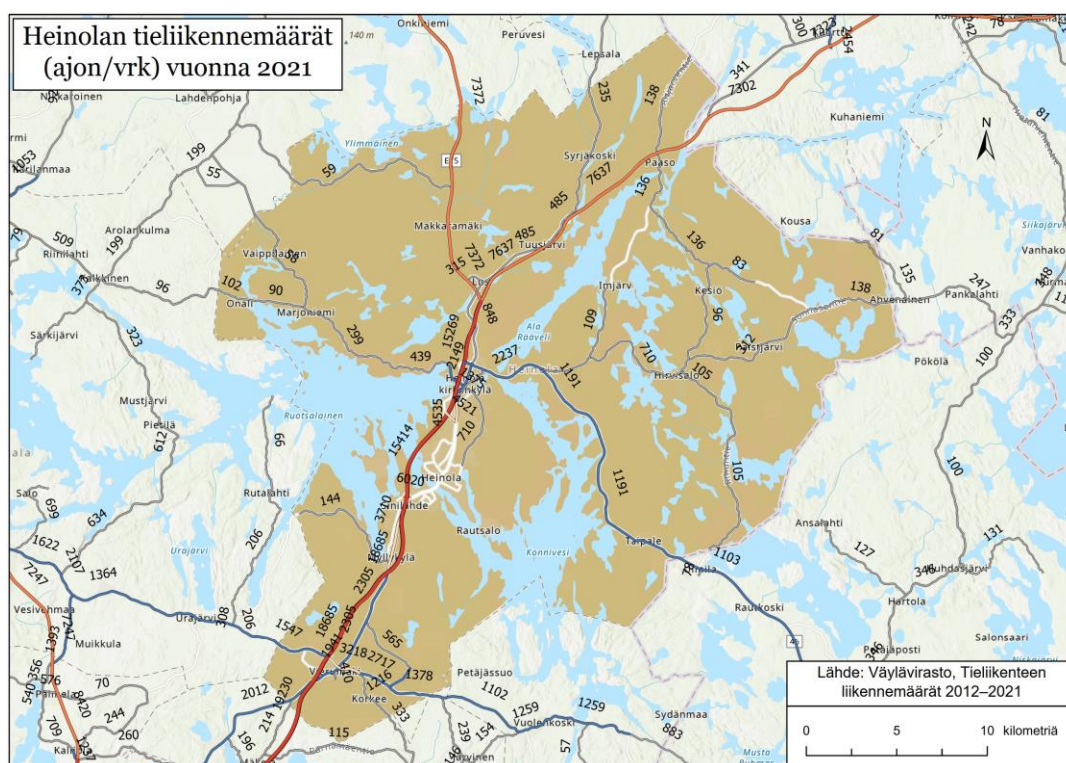
Kuva 10. Vierumäen postinumeroalueet 1910 ja 1920 sijaitsevat Heinolan eteläosassa.

### 3.5 Nykyinen liikennejärjestelmä

Heinola sijaitsee liikenteellisesti keskeisellä paikalla, sillä sen kautta kulkee Suomen halki Helsingistä Utsjoelle johtava valtatie 4 eli Nelostie. Nelostie on Suomen pisin valtatie, ja sen huppeasta 1 300 kilometrin kokonaispituudesta Heinolan alueella sijaitsee noin 37 kilometriä. Helsingin ja Heinolan välisellä osuudella Nelostie on rakennettu 2-ajorataiseksi moottoritieksi, mutta Heinolan pohjoisosassa tiestä erkaantuu Mikkelin kautta Sodankylään johtava valtatie 5, minkä myötä Nelostie muuttuu 1-ajorataiseksi moottoriliikennetieksi. Nelostie kulkee Heinolan keskustan ohi länsipuolelta pitkin

Tähtiniemen siltaa, joka on Suomen toiseksi pisin silta. (Väylävirasto, n.d.a.) Vuonna 2021 Nelostietä pitkin Heinolan läpi kulki hieman yli 15 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Väylävirasto, n.d.b).

Muita merkittäviä Heinolan alueella kulkevia teitä ovat kantatie 46 sekä seututie 140. Kantatie 46 on 1-ajoratainen tie, joka kulkee Kouvolasta Heinolan kirkonkylään. Kantatien 46 kokonaispituus on noin 60 km, ja siitä noin 19 km sijoittuu Heinolan alueelle. Seututie 140 on puolestaan Vantaalta Lahden kautta Heinolaan johtava 1-ajoratainen tie, jonka kokonaispituus on noin 130 kilometriä. Seututie 140 kulkee Heinolan keskustan läpi, ja yhteensä sitä on Heinolan alueelle noin 27 kilometriä, josta osa on kaupungin hallinnoimaa tieverkkoa. (Väylävirasto, n.d.a.) Vuonna 2021 Heinolan alueella sekä kantatietä 46 että seututietä 140 pitkin kulki noin 2 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Väylävirasto, n.d.b). Heinolan alueella kulkevien teiden liikennemäärät on esitetty kuvassa 11. Matkustaminen autolla Heinolan keskustasta Vierumäen taajamaan vie aikaa noin 13 minuuttia. Matka keskustasta Suomen Urheilupistolle kestää puolestaan noin 15 minuuttia.



Kuva 11. Heinolan tieliikennemäärät (ajon/vrk) vuonna 2021.

### 3.5.1 Linja-autoliikenne

Heinolassa toimii useita paikallis- ja seutuliikennettä palvelevia linja-autolinjoja, minkä lisäksi kaupungin kautta kulkee päivittäin monia kaukoliikenteen pikavuoroja. Paikallis- ja seutuliikenteen järjestäjänä toimii Lahden

seudun liikenne (LSL), jonka toiminnassa ovat mukana Lahti, Heinola, Orimattila, Asikkala, Padasjoki, Sysmä, Kärkölä, Hartola ja Iitti. LSL:n järjestämien linja-autolinjojen avulla on mahdollista kulkea Heinolan kaupungin sisäisesti suurimpiin taajamiin, kuten Vierumäelle ja kirkonkylään, sekä Heinolasta suoraan Lahteen, Päijät-Hämeen keskussairaalaan, Orimattilaan ja Sysmään. Suoralla linjalla matka Heinolan keskustasta Lahteen kestää noin 30 minuuttia ja Vierumäen kautta kulkevalla linjalla noin 50 minuuttia. Heinolasta Vierumäen kautta Lahteen kulkevia linjoja ovat arkisin linjat 71, 72 ja 73 sekä viikonloppuisin linja 69, joista linjat 69, 72 ja 73 ajavat Suomen Urheiluopiston kautta. Arkisin ruuhkatunteina Heinolan ja Lahden välillä liikennöi kahdesta kolmeen vuoroa tunnissa. Ruuhkatuntien ulkopuolella sekä viikonloppuisin liikennöinti tiheys on yhdestä kahteen vuoroa tunnissa. Matka Heinolan keskustasta Vierumäen taajamassa sijaitsevalle Asematien pysäkillä sekä Suomen Urheiluopistolle taittuu noin 20–25 minuutissa. (Heinolan kaupunki, 2022b; LSL, n.d.a.) Heinolasta Vierumäen kautta Lahteen sekä Lahdesta Vierumäen kautta Heinolaan liikennöivien linjojen aikataulut on esitetty taulukoissa 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ja 13. Taulukoissa vihreällä merkityt ajat ovat arvioituja ohitusaikoja.

Taulukko 6. Linjan 69 aikataulut Heinolasta Vierumäen kautta Lahteen (LSL, 2023).

<b>69 Heinola kk - Heinola - Lahti</b>						
	<b>lauantai - sunnuntai</b>					
Heinola kk	<b>6:55</b>	<b>7:55</b>	<b>8:55</b>	<b>9:55</b>	<b>10:55</b>	<b>11:55</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>7:10</b>	<b>8:10</b>	<b>9:10</b>	<b>10:10</b>	<b>11:10</b>	<b>12:10</b>
Jyränkö	7:20	8:20	9:20	10:20	11:20	12:20
Myllyoja	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30
Vierumäki, Asematie	<b>7:35</b>	<b>8:35</b>	<b>9:35</b>	<b>10:35</b>	<b>11:35</b>	<b>12:35</b>
Lahti, Kauppatori C	<b>8:00</b>	<b>9:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>
Lahti, Matkakeskus D	8:05	9:05	10:05	11:05	12:05	13:05

Heinola kk	<b>12:55</b>	<b>13:55</b>	<b>14:55</b>	<b>15:55</b>	<b>16:55</b>	<b>17:55</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>13:10</b>	<b>14:10</b>	<b>15:10</b>	<b>16:10</b>	<b>17:10</b>	<b>18:10</b>
Jyränkö	13:20	14:20	15:20	16:20	17:20	18:20
Myllyoja	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30
Vierumäki, Asematie	<b>13:35</b>	<b>14:35</b>	<b>15:35</b>	<b>16:35</b>	<b>17:35</b>	<b>18:35</b>
Lahti, Kauppatori C	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:00</b>	<b>19:00</b>
Lahti, Matkakeskus D	14:05	15:05	16:05	17:05	18:05	19:05

Heinola kk	<b>18:55</b>	<b>19:55</b>	<b>20:55</b>	<b>21:55</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>19:10</b>	<b>20:10</b>	<b>21:10</b>	<b>22:10</b>
Jyränkö	19:20	20:20	21:20	22:20
Myllyoja	19:30	20:30	21:30	22:30
Vierumäki, Asematie	<b>19:35</b>	<b>20:35</b>	<b>21:35</b>	<b>22:35</b>
Lahti, Kauppatori C	<b>20:00</b>	<b>21:00</b>	<b>22:00</b>	<b>23:00</b>
Lahti, Matkakeskus D	20:05	21:05	22:05	23:05

Taulukko 7. Linjan 69 aikataulut Lahdesta Vierumäen kautta Heinolaan (LSL, 2023).

<b>69 Lahti - Heinola - Heinola kk</b>						
	<b>lauantai - sunnuntai</b>					
Lahti, Matkakeskus D	7:45	8:45	9:45	10:45	11:45	12:45
Lahti, Kauppatori A	<b>7:50</b>	<b>8:50</b>	<b>9:50</b>	<b>10:50</b>	<b>11:50</b>	<b>12:50</b>
Vierumäki, Asematie	<b>8:10</b>	<b>9:10</b>	<b>10:10</b>	<b>11:10</b>	<b>12:10</b>	<b>13:10</b>
Myllyoja	8:20	9:20	10:20	11:20	12:20	13:20
Jyränkö	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30
Heinola, Kaivokatu	<b>8:40</b>	<b>9:40</b>	<b>10:40</b>	<b>11:40</b>	<b>12:40</b>	<b>13:40</b>
Heinola kk	8:55	9:55	10:55	11:55	12:55	13:55

Lahti, Matkakeskus D	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45
Lahti, Kauppatori A	<b>13:50</b>	<b>14:50</b>	<b>15:50</b>	<b>16:50</b>	<b>17:50</b>	<b>18:50</b>
Vierumäki, Asematie	<b>14:10</b>	<b>15:10</b>	<b>16:10</b>	<b>17:10</b>	<b>18:10</b>	<b>19:10</b>
Myllyoja	14:20	15:20	16:20	17:20	18:20	19:20
Jyränkö	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30
Heinola, Kaivokatu	<b>14:40</b>	<b>15:40</b>	<b>16:40</b>	<b>17:40</b>	<b>18:40</b>	<b>19:40</b>
Heinola kk	14:55	15:55	16:55	17:55	18:55	19:55

Lahti, Matkakeskus D	19:45	20:45	21:45	22:45		
Lahti, Kauppatori A	<b>19:50</b>	<b>20:50</b>	<b>21:50</b>	<b>22:50</b>		
Vierumäki, Asematie	<b>20:10</b>	<b>21:10</b>	<b>22:10</b>	<b>23:10</b>		
Myllyoja	20:20	21:20	22:20	23:20		
Jyränkö	20:30	21:30	22:30	23:30		
Heinola, Kaivokatu	<b>20:40</b>	<b>21:40</b>	<b>22:40</b>	<b>23:40</b>		
Heinola kk	20:55	21:55	22:55	23:55		

Taulukko 8. Linjan 71 aikataulut Heinolasta Vierumäen kautta Lahteen (LSL, 2023).

<b>71 Heinola kk - Heinola - Lahti</b>							
	<b>maanantai - perjantai</b>						
Heinola kk	<b>4:55</b>	<b>6:00</b>	<b>7:00</b>	<b>8:00</b>	<b>9:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>5:10</b>	<b>6:20</b>	<b>7:20</b>	<b>8:20</b>	<b>9:20</b>	<b>10:20</b>	<b>11:20</b>
Jyränkö	5:20	6:25	7:25	8:25	9:25	10:25	11:25
Myllyoja	5:25	6:30	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30
Vierumäki, Asematie	<b>5:30</b>	<b>6:40</b>	<b>7:40</b>	<b>8:40</b>	<b>9:40</b>	<b>10:40</b>	<b>11:40</b>
Lahti, Kauppatori C	5:55	7:10	8:10	9:10	10:10	11:10	12:10
Lahti, Matkakeskus D	6:00	7:15	8:15	9:15	10:15	11:15	12:15

Heinola kk	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>12:20</b>	<b>13:20</b>	<b>14:20</b>	<b>15:20</b>	<b>16:20</b>	<b>17:20</b>
Jyränkö	12:25	13:25	14:25	15:25	16:25	17:25
Myllyoja	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30
Vierumäki, Asematie	<b>12:40</b>	<b>13:40</b>	<b>14:40</b>	<b>15:40</b>	<b>16:40</b>	<b>17:40</b>
Lahti, Kauppatori C	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10	18:10
Lahti, Matkakeskus D	13:15	14:15	15:15	16:15	17:15	18:15

Taulukko 9. Linjan 71 aikataulut Lahdesta Vierumäen kautta Heinolaan (LSL, 2023).

<b>71 Lahti - Heinola - Heinola kk</b>						
	<b>maanantai - perjantai</b>					
Lahti, Matkakeskus D	<b>6:50</b>	<b>7:50</b>	<b>8:50</b>	<b>9:50</b>	<b>10:50</b>	<b>11:50</b>
Lahti, Kauppatori A	<b>6:55</b>	<b>7:55</b>	<b>8:55</b>	<b>9:55</b>	<b>10:55</b>	<b>11:55</b>
Vierumäki, Asematie	<b>7:20</b>	<b>8:20</b>	<b>9:20</b>	<b>10:20</b>	<b>11:20</b>	<b>12:20</b>
Myllyoja	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30
Jyränkö	7:35	8:35	9:35	10:35	11:35	12:35
Heinola, Kaivokatu	<b>7:40</b>	<b>8:40</b>	<b>9:40</b>	<b>10:40</b>	<b>11:40</b>	<b>12:40</b>
Heinola kk	7:55	8:55	9:55	10:55	11:55	12:55

Lahti, Matkakeskus D	<b>12:50</b>	<b>13:50</b>	<b>14:50</b>	<b>15:50</b>	<b>16:50</b>	<b>17:50</b>
Lahti, Kauppatori A	<b>12:55</b>	<b>13:55</b>	<b>14:55</b>	<b>15:55</b>	<b>16:55</b>	<b>17:55</b>
Vierumäki, Asematie	<b>13:20</b>	<b>14:20</b>	<b>15:20</b>	<b>16:20</b>	<b>17:20</b>	<b>18:20</b>
Myllyoja	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30
Jyränkö	13:35	14:35	15:35	16:35	17:35	18:35
Heinola, Kaivokatu	<b>13:40</b>	<b>14:40</b>	<b>15:40</b>	<b>16:40</b>	<b>17:40</b>	<b>18:40</b>
Heinola kk	13:55	14:55	15:55	16:55	17:55	18:55

Taulukko 10. Linjan 72 aikataulut Heinolasta Vierumäen kautta Lahteen (LSL, 2023).

<b>72 Reumanmäki - Heinola - Lahti</b>						
	<b>maanantai - perjantai</b>					
Reumanmäki	<b>5:40</b>	<b>6:40</b>	<b>7:40</b>	<b>8:40</b>	<b>9:40</b>	<b>10:40</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>5:50</b>	<b>6:50</b>	<b>7:50</b>	<b>8:50</b>	<b>9:50</b>	<b>10:50</b>
Myllyoja	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Urheiluopisto, hotelli	6:10	7:10	8:10	9:10	10:10	11:10
Vierumäki, Asematie	<b>6:15</b>	<b>7:15</b>	<b>8:15</b>	<b>9:15</b>	<b>10:15</b>	<b>11:15</b>
Lahti, Kauppatori C	6:40	7:40	8:40	9:40	10:40	11:40
Lahti, Matkakeskus D	6:45	7:45	8:45	9:45	10:45	11:45

Reumanmäki	<b>11:40</b>	<b>12:40</b>	<b>13:40</b>	<b>14:40</b>	<b>15:40</b>	<b>16:40</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>11:50</b>	<b>12:50</b>	<b>13:50</b>	<b>14:50</b>	<b>15:50</b>	<b>16:50</b>
Myllyoja	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Urheiluopisto, hotelli	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10
Vierumäki, Asematie	<b>12:15</b>	<b>13:15</b>	<b>14:15</b>	<b>15:15</b>	<b>16:15</b>	<b>17:15</b>
Lahti, Kauppatori C	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40	17:40
Lahti, Matkakeskus D	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45



Taulukko 11. Linjan 72 aikataulut Lahdesta Vierumäen kautta Heinolaan (LSL, 2023).

72 Lahti - Heinola - Reumanmäki							
	maanantai - perjantai						
Lahti, Matkakeskus D	<b>5:20</b>	<b>6:05</b>	<b>7:20</b>	<b>8:20</b>	<b>9:20</b>	<b>10:20</b>	<b>11:20</b>
Lahti, Kauppatori A	<b>5:30</b>	<b>6:10</b>	<b>7:30</b>	<b>8:30</b>	<b>9:30</b>	<b>10:30</b>	<b>11:30</b>
Vierumäki, Asematie	<b>5:50</b>	<b>6:30</b>	<b>7:50</b>	<b>8:50</b>	<b>9:50</b>	<b>10:50</b>	<b>11:50</b>
Urheiluopisto, hotelli	5:55	6:40	7:55	8:55	9:55	10:55	11:55
Myllyoja	6:10	6:50	8:10	9:10	10:10	11:10	12:10
Heinola, Kaivokatu	<b>6:15</b>	<b>6:55</b>	<b>8:15</b>	<b>9:15</b>	<b>10:15</b>	<b>11:15</b>	<b>12:15</b>
Reumanmäki	6:25	7:05	8:25	9:25	10:25	11:25	12:25

Lahti, Matkakeskus D	<b>12:20</b>	<b>13:20</b>	<b>14:20</b>	<b>15:20</b>	<b>16:20</b>	<b>17:20</b>
Lahti, Kauppatori A	<b>12:30</b>	<b>13:30</b>	<b>14:30</b>	<b>15:30</b>	<b>16:30</b>	<b>17:30</b>
Vierumäki, Asematie	<b>12:50</b>	<b>13:50</b>	<b>14:50</b>	<b>15:50</b>	<b>16:50</b>	<b>17:50</b>
Urheiluopisto, hotelli	12:55	13:55	14:55	15:55	16:55	17:55
Myllyoja	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10	18:10
Heinola, Kaivokatu	<b>13:15</b>	<b>14:15</b>	<b>15:15</b>	<b>16:15</b>	<b>17:15</b>	<b>18:15</b>
Reumanmäki	13:25	14:25	15:25	16:25	17:25	18:25

Taulukko 12. Linjan 73 aikataulut Heinolasta Vierumäen kautta Lahteen (LSL, 2023).

73 Heinola kk - Heinola - Lahti				
	maanantai - perjantai			
Heinola kk	<b>18:00</b>	<b>19:00</b>	<b>20:00</b>	<b>21:00</b>
Heinola, Kaivokatu	<b>18:20</b>	<b>19:20</b>	<b>20:20</b>	<b>21:20</b>
Jyränkö	18:25	19:25	20:25	21:25
Myllyoja	18:30	19:30	20:30	21:30
Urheiluopisto, hotelli	18:40	19:40	20:40	21:40
Vierumäki, Asematie	<b>18:45</b>	<b>19:45</b>	<b>20:45</b>	<b>21:45</b>
Lahti, Kauppatori C	19:10	20:10	21:10	22:10
Lahti, Matkakeskus D	19:15	20:15	21:15	22:15

Taulukko 13. Linjan 73 aikataulut Lahdesta Vierumäen kautta Heinolaan (LSL, 2023).

73 Lahti - Heinola - Heinola kk					
	maanantai - perjantai				
Lahti, Matkakeskus D	<b>18:50</b>	<b>19:50</b>	<b>20:50</b>	<b>21:50</b>	<b>22:50</b>
Lahti, Kauppatori A	<b>18:55</b>	<b>19:55</b>	<b>20:55</b>	<b>21:55</b>	<b>22:55</b>
Vierumäki, Asematie	<b>19:15</b>	<b>20:15</b>	<b>21:15</b>	<b>22:15</b>	<b>23:15</b>
Urheiluopisto, hotelli	19:20	20:20	21:20	22:20	23:20
Myllyoja	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30
Jyränkö	19:35	20:35	21:35	22:35	23:35
Heinola, Kaivokatu	<b>19:40</b>	<b>20:40</b>	<b>21:40</b>	<b>22:40</b>	<b>23:40</b>
Heinola kk	19:55	20:55	21:55	22:55	23:55

LSL:n liikennöintialue on jaettu neljään eri vyöhykkeeseen, joiden perusteella määräytyy matkalipun hinta. Koska Heinolan keskusta kuuluu D-vyöhykkeeseen ja Vierumäki C-vyöhykkeeseen, tarkoittaa se, että Heinolasta Vierumäelle matkustettaessa tarvitaan kahden vyöhykkeen lippu. Jos maksuvälineenä käyttää Waltti-arvolippua, jolle ladataan arvoa myyntipisteissä

tai internetissä, kahden vyöhykkeen välisen matkan kertamaksu on aikuiselle 2,60 €, 7–16-vuotiaalle lapselle 1,30 € ja 17–19-vuotiaalle nuorelle, opiskelijalla sekä yli 65–vuotiaalle seniorille 1,80 €. Kertaostettavalla mobiililipulla matka maksaa sekä aikuiselle, nuorelle, opiskelijalle että seniorille 2,60 € ja lapselle 1,30 €. Käteisellä ostettavan kertalipun hinta on aikuisille, nuorille, opiskelijoille sekä senioreille 3,60 € ja lapsille puolestaan 1,80 €. Lähimaksulla ostettu kertalippu on kaikille asiakasryhmille saman hintainen, ja maksaa 2,60 €. LSL myy myös päivä- ja kausilippuja, joista yhden vuorokauden lippu kahdelle vyöhykkeelle maksaa aikuiselle 8,00 € ja lapselle 4,00 €. Kahden vyöhykkeen 30 vuorokauden kausilippu puolestaan kustantaa aikuiselle 59,80 €, lapselle 29,90 € sekä nuorelle, opiskelijalle ja seniorille 41,90 €. (LSL, n.d.b.) Eri lipputyyppeiden hinnat eri asiakasryhmille Heinolan ja Vierumäen välisellä matkalla on kerätty taulukkoon 14.

Taulukko 14. Heinolan ja Vierumäen välisen matkan hinnasto (LSL, n.d.b).

<b>Lahden seudun liikenteen hinnasto / Matka Heinolan ja Vierumäen välillä</b>	
<b>Arvolippu</b>	
aikuinen	<b>2,60 €</b>
nuori, opiskelija, seniori	<b>1,80 €</b>
lapsi	<b>1,30 €</b>
<b>Mobiililippu</b>	
aikuinen, nuori, opiskelija, seniori	<b>2,60 €</b>
lapsi	<b>1,30 €</b>
<b>Kertalippu käteisellä</b>	
aikuinen, nuori, opiskelija, seniori	<b>3,60 €</b>
lapsi	<b>1,80 €</b>
<b>Kertalippu lähimaksulla</b>	
kaikki asiakasryhmät	<b>2,60 €</b>
<b>Päivilippu 1 vrk</b>	
aikuinen	<b>8,00 €</b>
lapsi	<b>4,00 €</b>
<b>Kausilippu 30 vrk</b>	
aikuinen	<b>59,80 €</b>
nuori, opiskelija, seniori	<b>41,90 €</b>
lapsi	<b>29,90 €</b>

Perinteisen linja-autoliikenteen tukena Heinolan paikallisliikenteessä palvelevat myös kutsutaksit sekä palvelubussi Kulkunen. Kutsutaksitoiminta on matkustajien tilaamaa palveluliikennettä. Suurin osa kutsutaksireiteistä kulkee Heinolan pohjois- ja itäosien haja-asutusalueilla, mutta yksi niistä palvelee myös Vierumäen alueen asukkaita. Heinolan keskustan ja haja-asutusalueiden välisiä kutsutaksivuoroja ajetaan tarvittaessa kaksi kertaa viikossa ja niiden avulla on mahdollista kulkea aivan kotiovelle asti. Palvelubussi Kulkunen tarjoaa puolestaan taajamien välistä avointa joukkoliikennettä. Vuoroja ajetaan viidellä eri reitillä Heinolan keskustan läheisyydessä muutama päivä viikossa. (Heinolan kaupunki, 2022b.)

Paikallis- ja seutuliikenteen lisäksi Heinolan kautta liikennöivät kaikki Helsingistä Mikkeliin, Jyväskylään, Kuopioon, Ouluun ja Rovaniemelle kulkevat kaukoliikenteen linja-autot. Heinolan alueella on kaiken kaikkiaan kuusi pikavuoropysäkkiä, joista eteläisin sijaitsee Nelostien varressa Vierumäen liittymässä ja pohjoisin Nelostien varressa Vahteristossa. Heinolan kautta Helsingin suuntaan liikennöi sekä arkisin että viikonloppuisin yhdeksän vuoroa päivässä. Nopeimmillaan matka Heinolan keskustassa sijaitsevalta Kaivokadun pysäkiltä Helsingin Kampin linja-autoasemalle kestää tunnin ja 40 minuuttia. (Heinolan kaupunki, 2022b; Matkahuolto, n.d.)

### 3.5.2 Rautatieliikenne

Heinolan kaupunginkuvaan kuuluu olennaisesti kaupungin vaakunassakin kuvattu Jyrängön rautatiesilta, jota pitkin kulkee vuonna 1932 valmistunut sähköistämätön yksiraiteinen rata Heinolasta Lahteen. Aina vuoteen 1968 asti radalla kulki henkilöliikennejunia, mutta sen jälkeen se on ollut pelkästään tavaraliikenteen käytössä. Muistona henkilöjunaliikenteestä Heinolan keskustasta ja Vierumäeltä löytyvät edelleen asemat. Nykyään rautatien ainoa merkittävä käyttäjä on metsäteollisuusyritys Stora Enso, jonka Heinolan tehtaan kuljetusten kannalta rata on keskeisessä asemassa. Viime vuosina vähäliikenteisen rataosan kuljetusmäärät ovat olleet kasvussa. (Väylävirasto, 2020.)

Heinolan ja Lahden kaupungeilla sekä Päijät-Hämeen liitolla on ollut kiinnostusta aloittaa Lahti–Heinola-rataosan matkustajaliikenne uudelleen, minkä myötä aiheesta on tehty useita selvityksiä. Vuonna 2021 valmistuneesta alueellisesta junaliikenneselvityksestä käy ilmi, että alueellinen junaliikenne olisi mahdollista Heinolan, Lahden ja Orimattilan alueella. Nykyisen raitinfraktuurin kunnostamiseen vaadittavat kustannukset ovat kuitenkin niin huomattavat, että ne laskevat hankkeen kannattavuutta. (Väylävirasto, 2021.) Toisen selvityksen mukaan rataosalla olisi mahdollista harjoittaa myös duoraitioliikennettä, joka on raitiotien ja rautatien yhdistävä liikennemuoto, mutta sekin vaatisi mittavat investoinnit (Proxion, 2019). Molempien selvitysten yhteydessä katsottiin, että Heinolassa tulisi olla useampi asema, mutta tärkeimmät sijainnit olisivat keskusta ja Vierumäki, joista löytyvät jo entuudestaan vanhat asemat. Alueellisen junaliikenteen lisäksi on selvitetty Lahti–Heinola-rataosan jatkamista Mikkeliin, mikä parantaisi yhteyksiä Helsingistä Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Kainuun suuntaan (Proxion, 2022).

## **4 Tutkimusmenetelmä ja suunnitteluperusteet**

Tämä diplomityö on toteutettu toimeksiantona Heinolan kaupungille ja sen ensisijaisena tavoitteena on selvittää, onko köysiradan toteuttaminen Vierumäeltä Heinolan keskustaan mahdollista. Jos köysiradan toteuttaminen todetaan mahdolliseksi, on lisäksi selvítettävä, miten köysirata voidaan toteuttaa. Tutkimusmenetelmänä on käytetty konstruktiiivista tutkimusotetta. Tässä luvussa käydään läpi valittu tutkimusmenetelmä sekä yhteistyötahon määrittämät suunnittelutyötä ohjaavat suunnitteluperusteet.

### **4.1 Tutkimusmenetelmä**

Tutkimus toteutettiin konstruktiiivisen tutkimusotteen avulla. Konstruktiiivinen tutkimusote on case-tutkimusmetodin alakäsite ja eräs tapa case-tutkimuksen suorittamiseen. Tarkemmin sanoen konstruktiiivinen tutkimusote on innovatiivisia konstruktioita synnyttävä metodologia, jolla pyritään ratkaisemaan reaali maailman ongelmia. Tutkimusotteen ydinkäsitteenä toimii konstruktio, jolla on ääretön määrä mahdollisia toteumia. Konstruktioita ovat esimerkiksi kaikki ihmisen luomat esineet, rakennelmat, mallit ja suunnitelmat. Konstruktiiivinen tutkimusote on saanut laajaa huomiota liiketaloustieteen sekä tekniikan aloilla. (Lukka, 2001.)

Konstruktiiivisella tutkimusotteella on useita potentiaalisia etuja. Yksi keskeisin etu on tutkimuskysymysten huolellinen ja kriittinen analyysi olemassa olevan teorian sekä innovatiivisen suunnittelutyön yhdistämisen myötä. Tutkimusaiheeseen liittyvän teorian syvällisen tutkimisen ansiosta konstruktiiivisen tutkimusotteen voidaan katsoa olevan perinteisempiä case-tutkimusmetodeja paremmassa asemassa. Konstruktiiivinen tutkimusote on myös oiva menetelmä pienentämään käytännön ja teorian välistä kuilua. (Lukka, 2001.)

Etujen lisäksi konstruktiiivisella tutkimusotteella on myös omat riskinsä. Merkittävin tähän diplomityöhön liittyvä riski on se, että konstruktiiivinen tutkimusote eroaa merkittävästi tavanomaisista opinnäytetöissä käytetyistä tutkimusmenetelmistä. Konstruktiiivisella tutkimusotteella toteutettua diplomityötä tulisikin pitää nimenomaan todellisena projektina, joka edellyttää hyvin tiivistä yhteistyötä tekijän ja yhteistyötahon välillä. (Lukka, 2001.)

### **4.2 Suunnitteluperusteet**

Koska tämä diplomityö on toteutettu case-tutkimusmetodin ja konstruktiiivisen tutkimusotteen mukaisena suunnittelutyönä, on yhteistyötaho määrittänyt suunnittelulle tietyt tavoitteet sekä lähtökohdat eli suunnitteluperusteet. Yhteistyötahon asettamien suunnitteluperusteiden lisäksi suunnittelussa on

otettu huomioon sekä kansallisissa että kansainvälisissä standardeissa ja laeissa annetut vaatimukset. Tässä luvussa käsitellään yhteistyötahon määrittämät suunnittelun tavoitteet ja lähtökohdat sekä suunnittelualue, jotka toimivat tämän suunnittelutyön suunnitteluperusteina.

#### 4.2.1 Suunnittelun tavoitteet ja lähtökohdat

Tämän diplomityön ensisijaisena tavoitteena on selvittää, onko köysiradan toteuttaminen Vierumäeltä Heinolan keskusta mahdollista. Jos köysiradan toteuttaminen todetaan mahdolliseksi, on lisäksi selvitettävä, miten toteuttaminen mahdollistetaan. Tämän ohella tutkitaan, voisiko köysirata toimia osana Heinolan julkista liikennettä vai onko se ainoastaan lomamatkailijoille tarkoitettu elämyksellinen kulkumuoto.

Köysiratojen suunnittelua, rakentamista ja liikennöintiä koskevat yleiset vaatimukset on määritetty sekä kansallisissa että kansainvälisissä standardeissa ja laeissa. Vaatimukset on käyty seikkaperäisesti läpi luvussa 2.4. Tässä diplomityössä suunniteltava köysirata on varustettu suljetuilla kuljetusvälineillä sekä on tyypiltään joko pendeliköysirata, kaksikaapelinen kiertoköysirata tai näiden yhdistelmä. Suljetuilla kuljetusvälineillä varustetun köysiradan köysiprofiilin suurin sallittu korkeus maanpinnasta on 60 metriä. Vaatimusten mukaisesti pendeliköysiradan suurin sallittu nopeus on 12 m/s (43,2 km/h) ja kaksikaapelinen kiertoköysiradan vastaava puolestaan 8 m/s (28,8 km/h). Köysiradan etäisyys kiinteisiin rakenteisiin tulee olla vähintään 1,5 metriä. Pylväiden jänneväliä rajaavana arvona käytetään yhtä kilometriä. Kuljetusvälineiden matkustajakapasiteetiksi mitoitetaan 200 henkilöä tunnissa, jolloin köysiradalla on mahdollista palvella laajasti Vierumäen Urheilupuistolla vierailevia asiakkaita. Yleiset vaatimukset, jotka toimivat tässä diplomityössä köysiradan suunnitteluperusteina on lueteltu taulukossa 15.

Taulukko 15. Yleisiä vaatimuksia, jotka toimivat köysiradan suunnitteluperusteina.

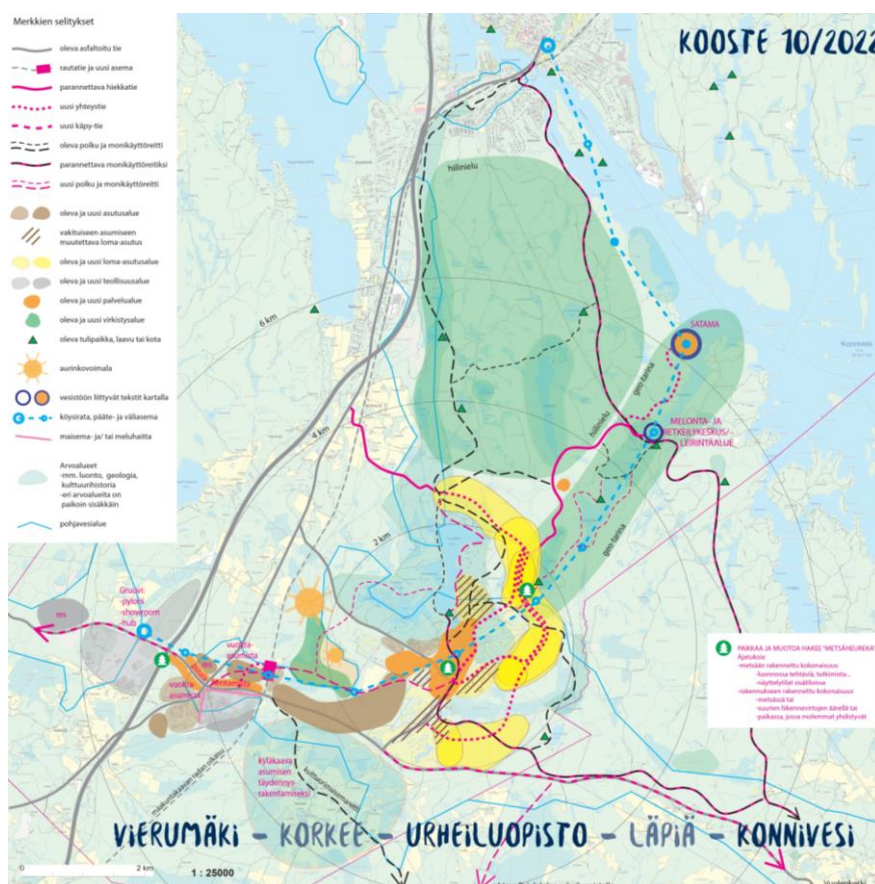
<b>Köysiprofiilin suurin sallittu korkeus maanpinnasta (m)</b>	
suljettu kuljetusväline	<b>60</b>
<b>Pylväiden jänneväli (m)</b>	<b>&lt; 1 000</b>
<b>Nopeus (m/s)</b>	
pendeliköysirata	<b>12</b>
kaksikaapelinen kiertoköysirata	<b>8</b>
<b>Nopeus (km/h)</b>	
pendeliköysirata	<b>43,2</b>
kaksikaapelinen kiertoköysirata	<b>28,8</b>
<b>Matkustajakapasiteetti (hlö/h)</b>	<b>400</b>

Vierumäeltä Heinolan keskusta kulkevalle köysiradalle tullaan suunnittelemaan useita asemia. Aseman tilavaraus määritetään Kittilän Levillä

sijaitsevan Gondoli2000-gondolihissin asemien mukaisesti. Gondoli2000-gondolihissin ala-aseman pinta-ala on noin 300 m<sup>2</sup> ja yläaseman puolestaan noin 400 m<sup>2</sup>. Kaavoituksessa asemille on kuitenkin varattu huomattavasti suuremmat alueet, sillä ala-asemalle on kaavoitettu lähes 8 000 m<sup>2</sup> tontti ja yläasemalle yli 9 000 m<sup>2</sup> tontti. (Kittilä, n.d.) Tässä työssä ehdotetaan jokaiselle Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan asemalla noin 8 000 m<sup>2</sup> tilavarausta. Tilavarausta tulee tarkentaa seuraavissa suunnittelu- vaiheissa.

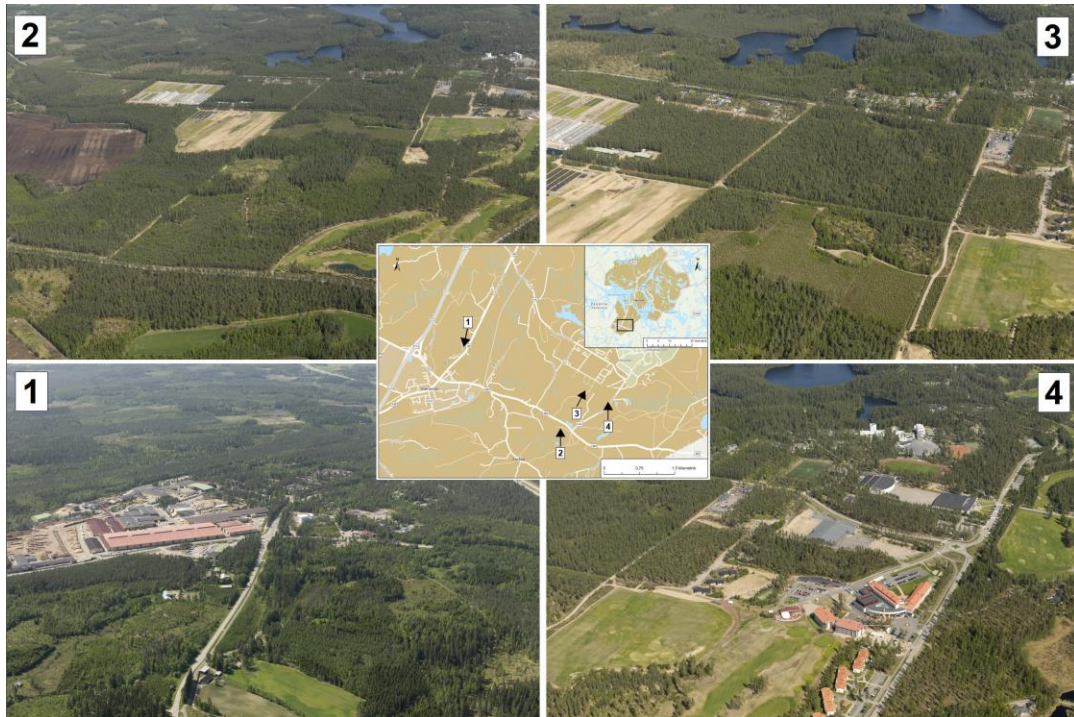
## 4.2.2 Suunnittelualue

Suunnittelualue määryyty vuonna 2022 yhdessä Vierumäen asukkaisen ja toimijoiden kanssa laaditun kuvassa 12 nähtävän Vierumäki-Urheiluopisto-Konnivesi-master planin perusteella. Master planissa on hahmoteltu köysiradan alustava reitti, joka alkaa Vierumäeltä Nelostien länsipuolelta Vierumäen Yrityspuistosta ja kulkee Vierumäen taajaman, Suomen Urheiluopiston ja Konniveden rantaan kaavailun uuden sataman kautta Heinolan keskustaan. Satamaa on kaavailtu Saimaan kanavan korvaavan reitin varrelle ja sille on tulossa varaus yleiskaavaan.



Kuva 12. Vierumäki-Urheiluopisto-Konnivesi-master planissa on hahmoteltu köysiradan alustava reitti, joka määrittää suunnittelualan.

Suunnittelualueelta löytyy sekä rakennettua että rakentamatonta ympäristöä. Rakennettua ympäristöä on Nelostien molemmin puolin Vierumäen Yrityspuiston sekä Vierumäen Matkakeitaan yhteydessä, minkä lisäksi rakennetuksi ympäristöksi voidaan määritellä myös Vierumäen taajama sekä Suomen Urheiluopiston alue. Lisäksi rakennettua ympäristöä löytyy Heinolan keskustasta. Suurin osa suunnittelualueesta koostuu kuitenkin rakentamattomasta ympäristöstä, kuten kuvan 13 viistoilmakuvista nähdään. Alueen vallitseva metsätyyppi on kangasmaastoinen mäntymetsä, jonka suojissa sijaitsee useita pieniä järviä sekä lampia.

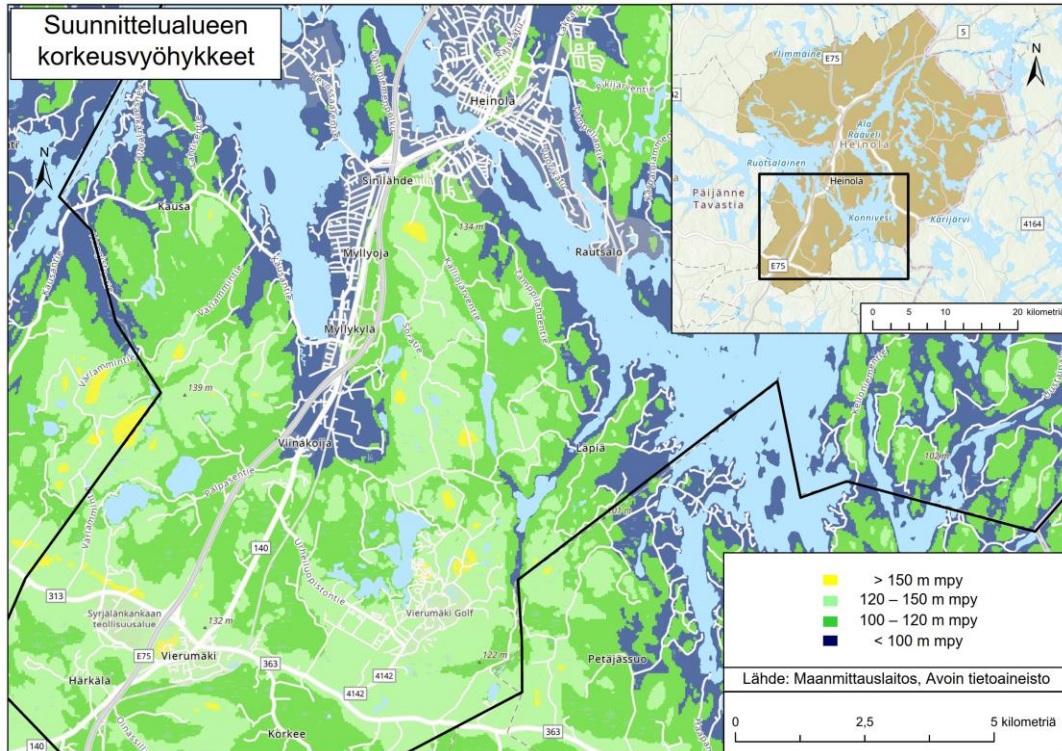


Kuva 13. Viistoilmakuvia suunnittelualueelta.

Suunnittelualueen maasto on alavaa ja melko tasaista. Alavinta maa on järven rannoilla, joissa korkeus on noin 80 metriä merenpinnan yläpuolella. Korkeimmat kohdat kohoavat puolestaan noin 150 metriä merenpinnan yläpuolelle. Suurimmalla osalla suunnittelualueesta maaston korkeuskäyrä kulkee noin 100–150 metriä merenpinnan yläpuolella. Suunnittelualueen korkeusvyöhykkeet on esitetty kuvassa 14.

Lähes kaikki maailmalta löytyvät köysiradat sijaitsevat vuoristoissa tai muilla vastaavilla alueilla, joissa korkeusvaihtelut ovat suuria. Alavalle ja tasaiselle maalle sijoitettavia köysiratoja ei tästä syystä juurikaan ole olemassa, mikä saattaa aiheuttaa haasteita Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan suunnittelussa. Suunnittelussa on eritoten huomioitava, että tasaisella maalla köysiradan asemien ja kannatinpylväiden on luonnollisten korkeuserojen puutteen vuoksi sijaittava korkealla, jotta köysien välinen jännitys pysyy riittävänä eivätkä kuljetusvälineet osu kulkiessaan puiden

latvoihin. Asemat tulee varustaa hisseillä, joiden avulla turvataan esteetön pääsy köysiradan kyytiin.

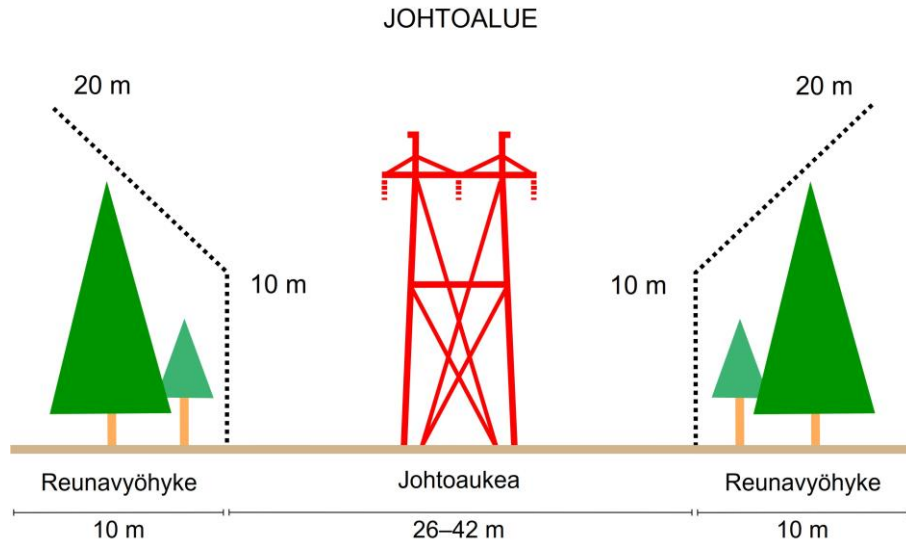


Kuva 14. Suunnittelualueen korkeusvyöhykkeet.

Suunnittelualueella kulkee kantaverkkoon kuuluvia voimajohtoja, joiden jännitetaso on 110 kV. Kuten kappaleessa 2.4.3 kerrottiin, sähkökaapeleiden kanssa risteävien tai rinnakkain kulkevien köysiratojen osalta on noudatettava voimassa olevia kansallisia määräyksiä, jotka määrittävät riittävän varoetäisyyden. 110 kV:n jännitetaso omaavan voimajohdon varoetäisyys voimajohdon alla on kolme metriä ja sivulla viisi metriä (Tukes, n.d).

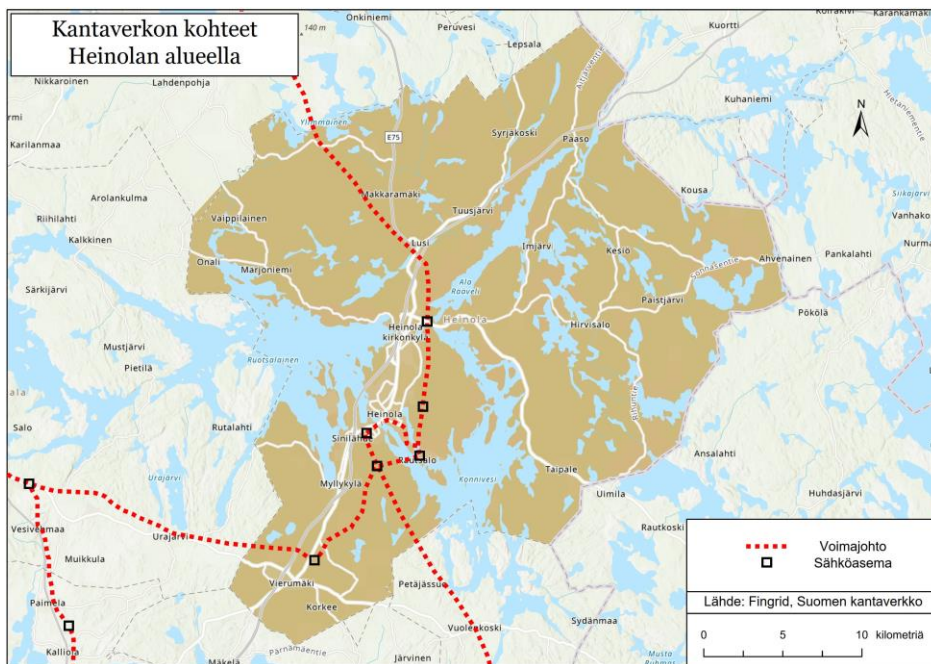
Voimajohto käsittää kuitenkin varsinaisen johdon teknisen rakenteen lisäksi myös voimajohdon maa-alueen eli johtoalueen, johon Suomen kantaverkko-yhtiö Fingrid on lunastanut käyttöoikeuden. Johtoalue sisältää puuttoman johtoaukean sekä sen molemminpuoliset reunavyöhykkeet, joiden alueella puiden kasvukorkeutta on rajoitettu, jotta ne eivät mahdollisesti kaatuessaan ulotu voimajohtoon. Johtoaukean leveys vaihtelee johdon rakenteiden ja jännitteen mukaan välillä 26–42 m, mutta reunavyöhykkeen leveys on yleensä aina kymmenen metriä. Johtoalueen ympärillä on vielä lisäksi rakennusrajoitusalue, johon ei saa rakentaa rakennuksia. Rakenteiden sijoittaminen rakennusrajoitusalueelle on puolestaan mahdollista, mutta se edellyttää voimajohdon omistajan lupaa. Rakennusrajoitusalueen leveys vaihtelee johtokohtaisesti. (Fingrid, 2016). Johtoalueen muodostuminen on esitetty kuvassa 15.





Kuva 15. Johtoalue muodostuu johtoaukeasta sekä reunavyöhykkeistä (mukailien Fingrid, 2016).

Suunnittelualueella sijaitsee sekä Fingridin että paikallisten sähköverkkoyhtiöiden omistamia voimajohtoja ja sähköasemia kuvan 16 mukaisesti. Köysiradan rakentaminen alueelle tarkoittaa risteämistä voimajohtojen kanssa. Koska johtoalueen ja rakennusrajoitusalueen leveydet vaihtelevat tapauskohtaisesti, on mitat varmistettava erikseen johdon omistajalta. Tässä työssä oletetaan, että köysirata voi kulkea turvallisesti voimajohdon yläpuolelta, jolloin sen rakentaminen on mahdollista. Risteämisen vaatimia toimenpiteitä tulee selvittää tarkemmin seuraavissa suunnitteluvaiheissa.



Kuva 16. Kantaverkon kohteet Heinolan alueella.

## 5 Suunnitelma

Suunnitteluperusteiden sekä aiemmissa luvuissa taustoitettujen köysiradan ominaisuuksien ja vaatimusten perusteella voidaan todeta, että köysiradan toteuttaminen Vierumäeltä Heinolan keskusta on mahdollista. Koska toteuttaminen on mahdollista, tulee erilaisten vaihtoehtojen avulla selvittää, miten köysiradan toteuttaminen mahdollistetaan. Tämän diplomityön suunnitteluosuudessa on tarkoitus laatia esiselvitystasoinen suunnitelma, jonka avulla saadaan selville sekä köysiradan reitti että köysiratajärjestelmän tyyppi. Suunnittelua tulee tarkentaa seuraavassa suunnitteluvaiheessa. Tässä luvussa esitetään laaditut reitti- ja tyyppivaihtoehdot.

### 5.1 Reittivaihtoehdot

Kulkureitti on köysiradan toiminnallisuuden kannalta keskeisessä asemassa. Optimaalisin reitti on samaan aikaan kompakti, jotta matka-aika ei kasva liian suureksi, mutta kattava, jotta köysiradalla saavutetaan keskeisimmät kohteet. Lisäksi reittiä suunniteltaessa on varmistuttava siitä, että köysiradasta ei aiheudu vaaraa matkustajille, työntekijöille tai kolmansille osapuolille riippumatta siitä, onko köysirata käytössä vai ei. Kulkureitin valinnassa tulee myös ottaa huomioon maaston ominaisuudet ja erityisesti niiden vaikutus evakuointiin, maaperän geologiset ja hydrologiset olosuhteet sekä mahdolliset ympäristövaarat, kuten maanvyörymät ja risteämiset teiden kanssa. Tässä luvussa esitellään kolme eri reittivaihtoehtoa, jotka on suunniteltu Vierumäeltä Heinolan keskusta kulkevalle köysiradalle.

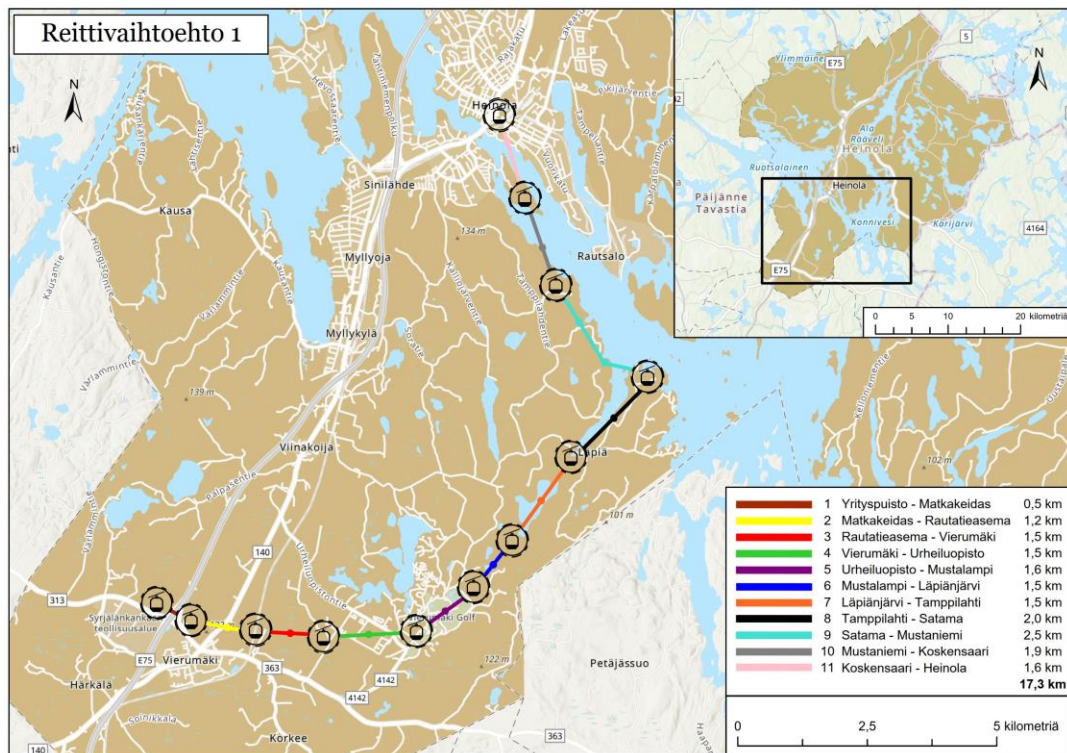
#### 5.1.1 Reittivaihtoehto 1

Ensimmäinen reittivaihtoehto on Vierumäki-Urheiluopisto-Konnivesi-master planissa hahmotellun alustavan reitin mukainen. Reitin pääteasemat sijaitsevat Vierumäellä Yrityspuistossa sekä Heinolan keskustassa Kirkkolammen läheisyydessä. Pääteaseman sijoittaminen Kirkkolammen läheisyyteen voi olla ongelmallista tai jopa mahdotonta, sillä alue on luokiteltu valtakunnallisesti merkittäväksi rakennetuksi kulttuuriympäristöksi. Tällaisten kulttuuriympäristöjen arvot, monimuotoisuus sekä ajallinen kerroksisuus on valtioneuvoston päätöksellä edellytetty turvaamaan maakuntien suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa. (Museovirasto, n.d.)

Pääteasemien lisäksi ensimmäisellä reittivaihtoehdolla on kymmenen väliasemaa: Matkakeidas, Rautatieasema, Vierumäki, Urheiluopisto, Mustalampi, Läpiänjärvi, Tamppilahti, Satama, Mustaniemi ja Koskensaari. Asemien välinen etäisyys vaihtelee puolesta kilometristä 2,5 kilometriin, minkä

seurauksena keskimääräinen etäisyys asemien välillä on noin 1,5 kilometriä. Reitin kokonaispituus on 17,3 kilometriä.

Koska pylväiden jänneväliksi on määritetty enintään yksi kilometri, täytyy kannatinpylväitä sijoittaa linjaosuuksille asemien välille. Kannatinpylväitä tarvitaan Yrityspuiston ja Matkakeitaan välistä osuutta lukuun ottamatta kaikilla linjaosuuksilla. Sataman ja Mustaniemen välisellä osuudella kannatinpylväitä tarvitaan kaksi ja muilla osuuksilla yksi, eli koko reitillä tarvitaan yhteensä 11 kannatinpylvästä. Ensimmäisen reittivaihtohto on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Reittivaihtohto 1.

Vaikka suunnittelualueen maasto on melko tasaista, ilmenee ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä kuitenkin jonkin verran korkeuseroja. Reitillä korkein kohta sijaitsee Yrityspuiston ja Matkakeitaan asemien välillä, jossa maanpinta kohoaa noin 150 metriä merenpinnan yläpuolelle. Alavin kohta löytyy puolestaan järven yli kulkevilta osuuksilta, jossa vedenpinta on noin 78 metriä merenpinnan yläpuolella. Suurin korkeusero on Mustalammen ja Läpiänjärven asemien välillä, jossa maaston korkeuskäyrä laskee noin 40 metriä. Ensimmäisen reittivaihtoehdon maastoprofiili on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Ensimmäisen reittivaihtoehdon maastoprofiili.

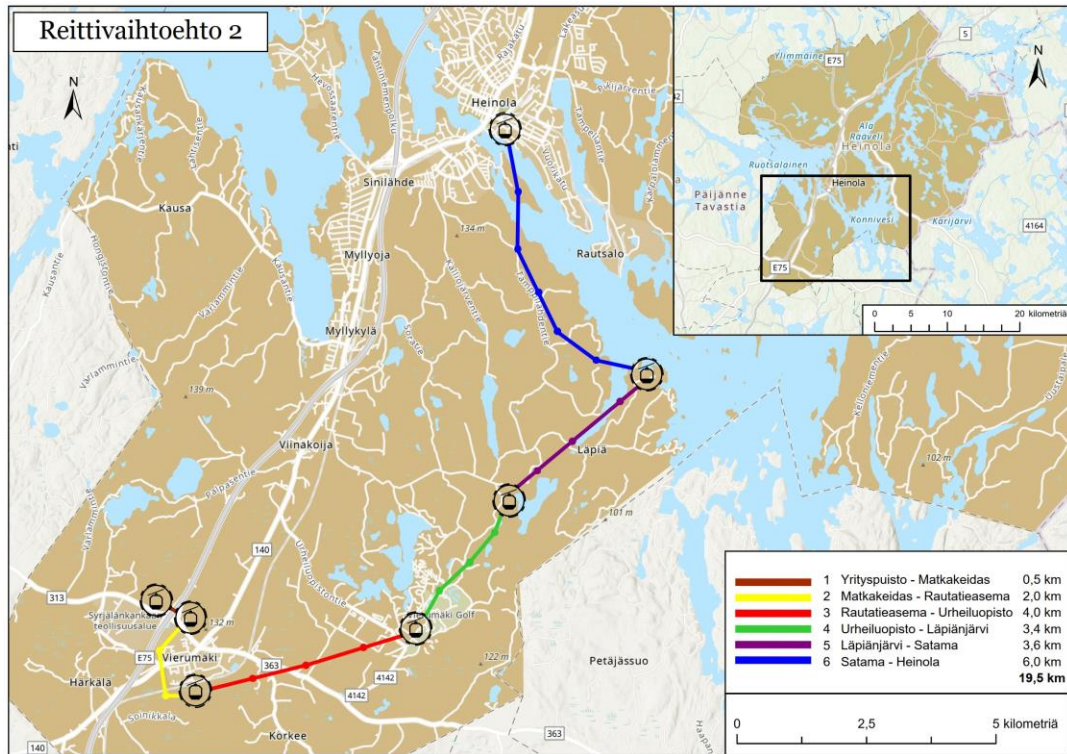
### 5.1.2 Reittivaihtoehto 2

Toinen reittivaihtoehto eroaa merkittävästi ensimmäisestä vaihtoehdosta, koska sillä sijaitsevien asemien lukumäärä on huomattavasti vähäisempi verrattuna ensimmäiseen reittivaihtoehdoton. Pääteasemien lisäksi toisella reittivaihtoehdolla on viisi väliasemaa: Matkakeidas, Rautatieasema, Urheilupuisto, Läpiänjärvi ja Satama. Asemien välinen etäisyys vaihtelee puolesta kilometrillä aina kuuteen kilometriin. Keskimääräinen etäisyys asemien välillä on reilu kolme kilometriä, eli siis kaksinkertainen verrattuna ensimmäisen reittivaihtoehdon vastaavaan. Kannatinpylväitä toisessa reittivaihtoehdossa tarvitaan 16 kappaletta.

Asemien lukumäärän lisäksi myös joidenkin niistä sijainnit ovat erilaiset ensimmäisen reittivaihtoehdoton verrattuna. Ensimmäinen eroavaisuus löytyy reitin pääteasemien osalta, sillä toisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin toinen pääteasema sijaitsee ensimmäisen reittivaihtoehdoton tapaan Vierumäen Yrityspuistossa, mutta toinen pääteasema ei sijaitsekaan aivan Heinolan keskustassa, vaan noin puoli kilometriä lähempänä Jyrängönvirtaa Tommolatalon päiväkodin läheisyydessä. Tommolassa on keskustaa enemmän rakentamatonta aluetta eikä se ole valtakunnallisesti merkittävää rakennettua kulttuuriympäristöä, jolloin pääteaseman sijoittaminen sinne olisi todennäköisesti maankäytöllisestä näkökulmasta tarkasteltuna sujuvampaa.

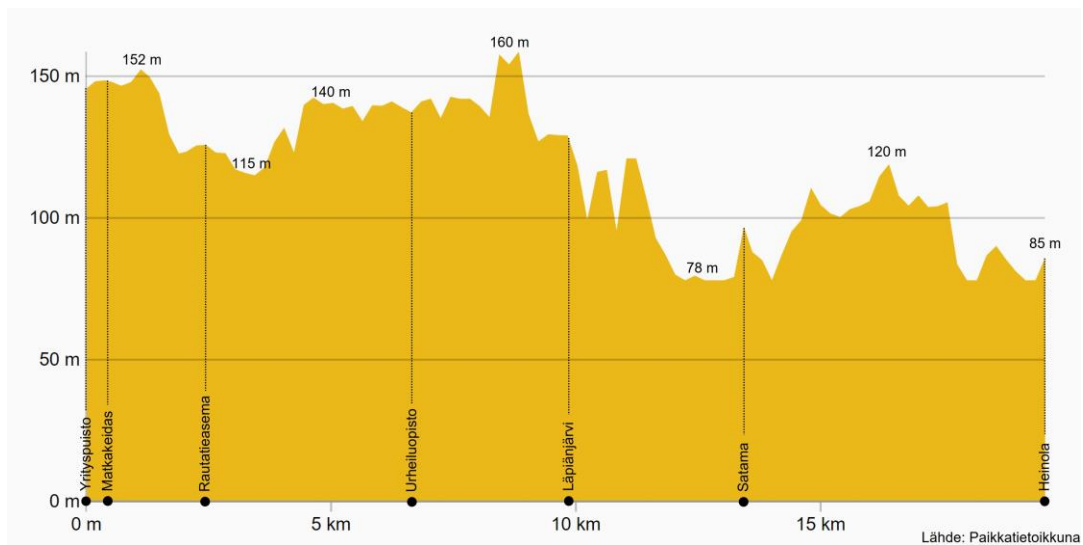
Toisessa reittivaihtoehdossa esitetty Rautatieaseman väliasema sijaitsee Vierumäen vanhan aseman kohdalla, koska se olisi selvitysten mukaan todennäköisin sijainti Vierumäen asemalle, jos henkilöjunaliikenne Lahti–Heinola-rataosalla lähitulevaisuudessa alkaisi. Koska Rautatieaseman väliaseman välittömässä läheisyydessä on runsaasti teollisuutta, ei Matkakeitaan ja

Rautatieaseman välinen linjaosuus voi olla täysin suora, vaan se täytyy suunnitella kiertämään teollisuusalue. Sataman ja Heinolan keskustan välinen linjaosuus on suunniteltu toisessa reittivaihtoehdossa sijaitsemaan hieman kauempana rannasta, jotta reitti saataisiin kulkemaan korkeammalle maastonkohdalle, eikä asemien ja kannatinpylväiden tarvitsisi olla niin korkeita. Toisen reittivaihtoehdon kokonaispituus on 19,5 kilometriä ja reitti on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Reittivaihtoehto 2.

Toisen reittivaihtoehdon mukainen reitti kulkee ensimmäiseen reittivaihtoehtoon verrattuna korkeammassa maastossa, eivätkä sillä sijaitsevien asemien korkeuserot ole niin huomattavia. Reitin korkein kohta sijaitsee Urheilupuiston ja Läpijärven välisellä osuudella, jossa maanpinta on hetkellisesti noin 160 metriä merenpinnan yläpuolella. Alavimmat kohdat löytyvät ensimmäisen reittivaihtoehdon tavoin järven yli kulkevilta osuuksilta, jossa vedenpinta on noin 78 metriä merenpinnan yläpuolella. Sataman ja Heinolan keskustan välinen osuus on suunniteltu kulkemaan kauempana rannasta, jolloin maasto osuudella on korkeampaa kuin ensimmäisen reittivaihtoehdon vastaavalla osuudella. Toisen reittivaihtoehdon maastoprofiili on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Toisen reittivaihtoehdon maastoprofiili.

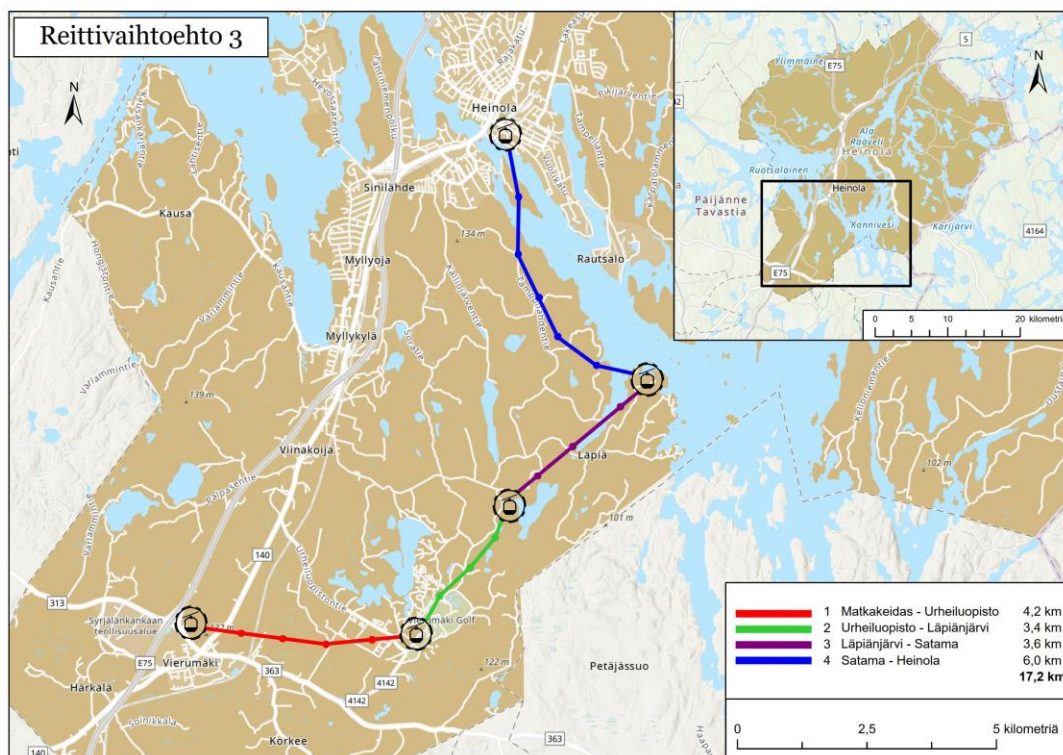
### 5.1.3 Reittivaihtoehto 3

Kolmannen reittivaihdon huomattavimmat eroavaisuudet verrattuna muihin reittivaihtoehtoihin ovat asemien lukumäärä sekä toisen pääteaseman sijainti. Kolmannen reittivaihtoehdon mukaisen reitin toinen pääteasema ei sijaitsekaan Vierumäen Yrityspuistossa vaan Matkakeitaalla, mikä tarkoittaa, että Yrityspuiston asemaa ei kolmannessa reittivaihtoehdossa ole lainkaan. Toinen pääteasema sijaitsee toisen reittivaihtoehdon tapaan Tommolan päiväkodin läheisyydessä. Asemien lukumäärä on muihin reittivaihtoehtoihin verrattuna vähäisin, sillä pääteasemien lisäksi kolmannella reittivaihtoehdolla on ainoastaan kolme väliasemaa: Urheiluopisto, Läpiänjärvi ja Satama. Asemien välinen etäisyys vaihtelee 3,4 kilometristä kuuteen kilometriin ja keskimääräinen etäisyys asemien välillä on 4,3 kilometriä.

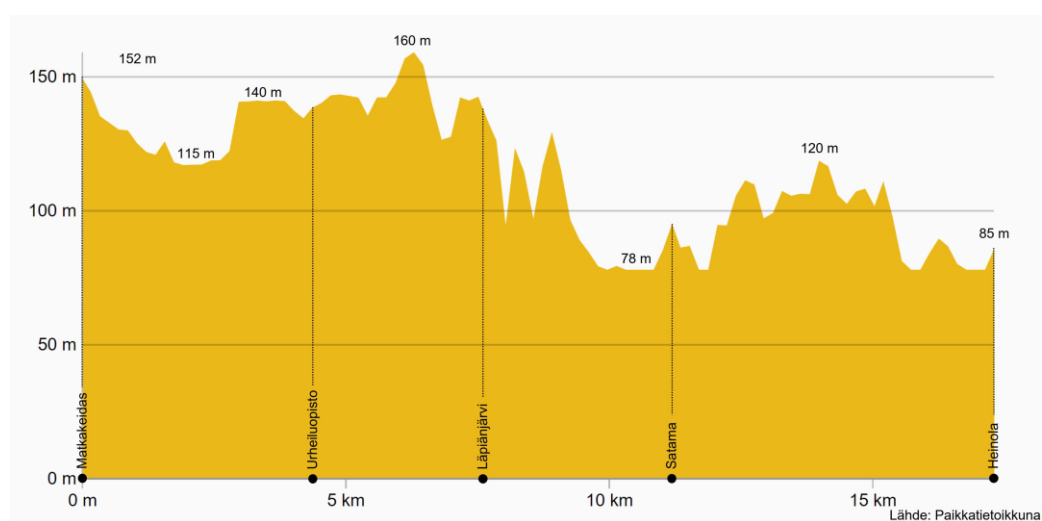
Kolmannessa reittivaihtoehdossa Nelostien länsipuolella sijaitseva Yrityspuiston asema on jätetty pois, sillä Matkakeitaan asema sijaitsee kävelymatkan päässä Yrityspuiston asemasta ja palvelee täten myös Yrityspuiston matkustajia. Myös Rautatieaseman väliasema on jätetty pois, sillä henkilöjunaliikenteen alkaminen Lahti–Heinola-rataosalla on hyvin epävarmaa. Poistamalla Yrityspuiston sekä Rautatieaseman asemat saadaan lyhennettyä reittiä sekä nopeutettua matka-aikaa Matkakeitaan ja Urheiluopiston välisellä osuudella. Urheiluopiston ja Heinolan keskustan välisen osuuden toteutus on puolestaan täysin samanlainen kuin reittivaihtoehdossa 2. Kolmannen reittivaihtoehdon kokonaispituus on 17,2 kilometriä ja kannatinpylväitä reitille tarvitaan 15 kappaletta. Kolmas reittivaihtoehto on esitetty kuvassa 21.

Kolmannen reittivaihtoehdon maastoprofiili ei juurikaan eroa toisen reittivaihtoehdon mukaisesta maastoprofiilista, sillä Urheiluopistolta Heinolan

keskustaan reitti on täysin samanlainen. Reitin korkeimmalla kohdalla, Urheiluopiston ja Läpiänjärven asemien välillä, maanpinta kohoaa 160 metriä merenpinnan yläpuolelle. Alavimmat kohdat sijaitsevat järven ylittävillä osuuksilla, jossa vedenpinta on noin 78 metriä merenpinnan yläpuolella. Suurin asemien välinen korkeusero löytyy puolestaan Läpiänjärven ja Sataman asemien väliltä, jossa maastoprofiili laskee noin 40 metriä. Kolmannen reittivaihtoehdon maastoprofiili on esitetty kuvassa 22.



Kuva 21. Reittivaihtoehto 3.



Kuva 22. Kolmannen reittivaihtoehdon maastoprofiili.

## **5.2 Tyypivaihtoehdot**

Vierumäeltä Heinolaan vievän köysiradan on tarkoitus olla ilmassa kulkeva köysirata, joten sen toiminnalliselle toteutukselle on olemassa kaksi eri vaihtoehtoa: pendeliköysirata tai kiertököysirata. Sekä pendeliköysiradan että kiertököysiradan toiminnalliset periaatteet käytiin jo aiemmin läpi luvussa 2.3.1. Tässä luvussa esitellään kolme eri tyypivaihtoehtoa, jotka on suunniteltu Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevalle köysiradalle.

### **5.2.1 Tyypivaihtoehto 1**

Ensimmäinen tyypivaihtoehto on pendeliköysirata. Pendeliköysiradalla kuljetusvälineet liikkuvat asemien välillä heilurimaisesti edestakaisin, mikä tarkoittaa, että käytännössä pendeliköysiradalla voi liikennöidä kerrallaan enintään kaksi kuljetusvälinettä asemien välillä. Pendeliköysirata varustetaan 35-paikkaisilla kuljetusvälineillä, minkä voidaan olettaa riittäväksi arvioiduilla matkustajamäärillä. 35-paikkaiset kuljetusvälineet mahdollistavat myös suurempien kantamusten, kuten urheiluvälineiden, kuljettamisen.

### **5.2.2 Tyypivaihtoehto 2**

Toinen tyypivaihtoehto on korillinen kiertököysirata eli gondolihissi. Gondolihissi toteutetaan kaksiköysirataisena, mikä tarkoittaa, että yksi köysi kannattaa kuljetusvälineitä ja toinen köysi liikuttaa niitä. Tällöin pylväiden jänneväli voi olla jopa useita kilometrejä. Toisen tyypivaihtoehdon mukainen kiertököysirata varustetaan 8-paikkaisilla kuljetusvälineillä, ja kuljetusvälineiden kiinnitys köyteen toteutetaan käyttöteknisesti irrottautuvasti, jolloin niitä voidaan irrottaa köydestä ja kiinnittää köyteen asemien kohdalla kysynnän mukaan.

### **5.2.3 Tyypivaihtoehto 3**

Kolmas tyypivaihtoehto on pendeliköysiradan ja korillisen kiertököysiradan yhdistelmä. Vaihtoehto on suunniteltu siten, että linjaosuudet Yrityspuistosta Urheiluopistolle toteutetaan pendeliköysiratana ja linjaosuudet Urheiluopistolta Heinolan keskustaan puolestaan korillisena kiertököysiratana eli gondolihissinä. Kiertököysiratana suunniteltava osuus toteutetaan kaksiköysirataisena ja varustetaan 8-paikkaisilla kuljetusvälineillä. Gondolit kiinnitetään köyteen käyttöteknisesti irrottautuvasti. Pendeliköysirataosuus varustetaan 35-paikkaisilla kuljetusvälineillä. Eri reitti- ja tyypivaihtoehtojen keskeisimmät ominaisuudet on kuvattu taulukossa 16.



Taulukko 16. Eri reitti- ja tyyppivaihtoehtojen keskeisimmät ominaisuudet.

	Reitin pi- tuus (km)	Asemien määrä (kpl)	Kannatinpylväi- den määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)
<b>REITTIVAIHTOEHTO 1 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 1</b>	17,3	12	11	35
<b>REITTIVAIHTOEHTO 1 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 2</b>	17,3	12	11	8
<b>REITTIVAIHTOEHTO 1 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 3</b>	17,3	12	11	8 + 35
<b>REITTIVAIHTOEHTO 2 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 1</b>	19,5	7	16	35
<b>REITTIVAIHTOEHTO 2 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 2</b>	19,5	7	16	8
<b>REITTIVAIHTOEHTO 2 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 3</b>	19,5	7	16	8 + 35
<b>REITTIVAIHTOEHTO 3 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 1</b>	17,2	5	15	35
<b>REITTIVAIHTOEHTO 3 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 2</b>	17,2	5	15	8
<b>REITTIVAIHTOEHTO 3 &amp; TYYPPIVAIHTOEHTO 3</b>	17,2	5	15	8 + 35

## 6 Suunnitelmavaihtoehtojen arviointi

Yksi suunnitteluprosessin keskeisimmistä vaiheista on suunnitelmavaihtoehtojen arviointi. Tässä luvussa arvioidaan yleispiirteisesti edellisessä luvussa esitettyjen köysiradan reittiä ja köysiratajärjestelmän tyyppiä koskevia suunnitelmia sekä toiminnallisuuden ja vaikutusten että kustannusten osalta. Lisäksi vertaillaan köysiradan reitti- ja tyyppivaihtoehtoja Heinolan nykyiseen liikennejärjestelmään, minkä avulla selvitetään, voisiko köysirata olla osa Heinolan julkista liikennettä vai ainoastaan lomamatkailijoille tarkoitettu elämyksellinen kulkumuoto.

### 6.1 Toiminnallisuuden ja vaikutusten arviointi

Köysiradat suunnitellaan ihmisiä varten, joten niiden toiminnallisuus on ensiarvoisen tärkeää. Yhtä tärkeitä kriteereitä ovat myös köysiratojen rakentamisen sekä liikennöinnin aikana syntyvät vaikutukset. Tässä luvussa köysiradan toiminnallisuutta arvioidaan matka-ajan, kuljetusvälineiden lukumäärän sekä vuorovälin osalta. Vaikutuksia tarkastellaan sekä ympäristön että maiseman näkökulmasta.

#### 6.1.1 Matka-aika

Köysiratajärjestelmän matka-aika määräytyy köysiradan käyttönopeuden sekä kuljettavan matkan perusteella. Köysiradan käyttönopeudelle on standardeissa määritetty enimmäisarvot, jotka on esitelty luvussa 2.4.5. Pendeliköysiradalla käyttönopeus voi olla enintään 12,0 m/s, eli 43,2 km/h. Kaksikaapelisen kiertököysiradan suurin sallittu käyttönopeus on puolestaan 8,0 m/s, eli 28,8 km/h. Käytännössä köysiradalla ei voida kuitenkaan saavuttaa sallittua enimmäiskäyttönopeutta kuin korkeintaan hetkellisesti, koska linjaosuudet ovat niin lyhyitä ja asemien kohdalla kuljetusvälineiden täytyy joko hidastaa voimakkaasti tai pysähtyä kokonaan, jotta ihmiset voivat nousta niiden kyytiin sekä pois niistä.

Todellisia matka-aikoja voidaan arvioida luvussa 2.5 esiteltyjen Bolivian La Pazista, Kolumbian Medellínistä, Algerian Algerista sekä Yhdysvaltojen Portlandista ja New Yorkista sijaitsevien köysiratajärjestelmien toteutuneiden nopeuksien perusteella. La Pazin ja Medellínin järjestelmät ovat tyypiltään gondolihissejä ja Portlandin ja New Yorkin järjestelmät pendeliköysiratoja. Algerin köysiratajärjestelmä on puolestaan gondolihissin ja pendeliköysiradan yhdistelmä. La Pazin köysiratajärjestelmän keskimääräinen toteutunut nopeus on 14,4 km/h ja sekä Medellínin järjestelmän että Algerin järjestelmän kiertököysirataosuuden vastaava lukema on 15,7 km/h. Näiden perusteella voidaan olettaa, että korillisen kiertököysiradan keskimääräinen toteutunut nopeus on noin 15,0 km/h. New Yorkin pendeliköysiradan toteutunut

nopeus on 20,0 km/h ja Algerin pendeliköysirataa toteutetun osuuden osalta puolestaan 9,7 km/h. Algerin pendeliköysirataosuudet ovat pituudeltaan niin lyhyitä, että niissä kuljetusväline on lähes koko matkan joko kiihtyvässä tai hidastuvassa liikkeessä, joten niiden toteutuneet nopeudet eivät ole käyttökelpoisia arvioitaessa Vierumäeltä Heinolan keskustaankulkevan köysiradan matka-aikaa. Tästä syystä oletetaan, että pendeliköysiradan keskimääräinen toteutunut nopeus on noin 20,0 km/h. Seuraavaksi määritetään Vierumäeltä Heinolan keskustaankulkevan köysiradan matka-aika eri reitti- ja tyyppivaihtoehdoilla.

Ensimmäisen reittivaihtoehdon kokonaispituus on 17,3 kilometriä. Jos ensimmäinen reittivaihtoehto toteutettaisiin ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisesti pendeliköysirataa, olisi koko reitin matka-aika hieman vajaa 52 minuuttia. Toisen tyyppivaihtoehdon mukaisella gondoliköysiradalla toteutettuna ensimmäisen reittivaihtoehdon päästä päähän kulkemiseen kuluisi puolestaan noin 69 minuuttia. Ensimmäinen reittivaihtoehto voidaan toteuttaa myös kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaan eli pendeli- ja kiertököysiradan yhdistelmänä. Tässä vaihtoehdossa reitin matka-aika olisi reilut 64 minuuttia. Ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin matka-ajat osuuksittain eri tyyppivaihtoehdoilla on esitetty taulukoissa 17, 18 ja 19.

Taulukko 17. Ensimmäisen reittivaihtoehdon ja ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	0,5	20,0	1 min 30 s
<b>OSUUS 2</b>	1,2	20,0	3 min 36 s
<b>OSUUS 3</b>	1,5	20,0	4 min 30 s
<b>OSUUS 4</b>	1,5	20,0	4 min 30 s
<b>OSUUS 5</b>	1,6	20,0	4 min 48 s
<b>OSUUS 6</b>	1,5	20,0	4 min 30 s
<b>OSUUS 7</b>	1,5	20,0	4 min 30 s
<b>OSUUS 8</b>	2,0	20,0	6 min
<b>OSUUS 9</b>	2,5	20,0	7 min 30 s
<b>OSUUS 10</b>	1,9	20,0	5 min 42 s
<b>OSUUS 11</b>	1,6	20,0	4 min 48 s
	<b>17,3</b>		<b>51 min 54 s</b>

Taulukko 18. Ensimmäisen reittivaihtoehdon ja toisen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	0,5	15,0	2 min
<b>OSUUS 2</b>	1,2	15,0	4 min 48 s
<b>OSUUS 3</b>	1,5	15,0	6 min
<b>OSUUS 4</b>	1,5	15,0	6 min
<b>OSUUS 5</b>	1,6	15,0	6 min 24 s
<b>OSUUS 6</b>	1,5	15,0	6 min
<b>OSUUS 7</b>	1,5	15,0	6 min
<b>OSUUS 8</b>	2,0	15,0	8 min
<b>OSUUS 9</b>	2,5	15,0	10 min
<b>OSUUS 10</b>	1,9	15,0	7 min 36 s
<b>OSUUS 11</b>	1,6	15,0	6 min 24 s
	<b>17,3</b>		<b>69 min 12 s</b>

Taulukko 19. Ensimmäisen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	0,5	20,0	1 min 30 s
<b>OSUUS 2</b>	1,2	20,0	3 min 36 s
<b>OSUUS 3</b>	1,5	20,0	4 min 30 s
<b>OSUUS 4</b>	1,5	20,0	4 min 30 s
<b>OSUUS 5</b>	1,6	15,0	6 min 24 s
<b>OSUUS 6</b>	1,5	15,0	6 min
<b>OSUUS 7</b>	1,5	15,0	6 min
<b>OSUUS 8</b>	2,0	15,0	8 min
<b>OSUUS 9</b>	2,5	15,0	10 min
<b>OSUUS 10</b>	1,9	15,0	7 min 36 s
<b>OSUUS 11</b>	1,6	15,0	6 min 24 s
	<b>17,3</b>		<b>64 min 30 s</b>

Toinen reittivaihtoehdo on ensimmäistä reittivaihtoehdoa pidempi, sillä sen kokonaispituus on 19,5 kilometriä. Jos se toteutettaisiin ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisesti pendeliköysiratana, matka-aika olisi reilut 58 minuuttia. Toisen tyyppivaihtoehdon mukaan, eli gondolihissinä, toteutettuna toisen reittivaihtoehdon matkustaminen päästä päähän veisi aikaa tasan 78 minuuttia. Kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisella toteutuksella matka-aika olisi reilut 66 minuuttia. Toisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin matka-ajat eri tyyppivaihtoehdoilla on esitetty taulukoissa 20, 21 ja 22. Taulukot sisältävät myös eri osuuksien matka-ajat.

Taulukko 20. Toisen reittivaihtoehdon ja ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	0,5	20,0	1 min 30 s
<b>OSUUS 2</b>	2,0	20,0	6 min
<b>OSUUS 3</b>	4,0	20,0	12 min
<b>OSUUS 4</b>	3,4	20,0	10 min 12 s
<b>OSUUS 5</b>	3,6	20,0	10 min 48 s
<b>OSUUS 6</b>	6,0	20,0	18 min
	<b>19,5</b>		<b>58 min 30 s</b>

Taulukko 21. Toisen reittivaihtoehdon ja toisen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin osuuk-  
sien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	0,5	15,0	2 min
<b>OSUUS 2</b>	2,0	15,0	8 min
<b>OSUUS 3</b>	4,0	15,0	16 min
<b>OSUUS 4</b>	3,4	15,0	13 min 36 s
<b>OSUUS 5</b>	3,6	15,0	14 min 24 s
<b>OSUUS 6</b>	6,0	15,0	24 min
	<b>19,5</b>		<b>78 min</b>

Taulukko 22. Toisen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin  
osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	0,5	20,0	1 min 30 s
<b>OSUUS 2</b>	2,0	20,0	6 min
<b>OSUUS 3</b>	4,0	20,0	12 min
<b>OSUUS 4</b>	3,4	15,0	13 min 36 s
<b>OSUUS 5</b>	3,6	15,0	14 min 24 s
<b>OSUUS 6</b>	6,0	15,0	24 min
	<b>19,5</b>		<b>71 min 30 s</b>

Kolmas reittivaihtoehdo on kaikista reittivaihtoehdoista lyhyin, sillä sen ko-  
konaispituus on 17,2 kilometriä. Kolmannen reittivaihtoehdon pendeliköysi-  
ratatoteutuksen matka-aika olisi vajaa 52 minuuttia. Toisen tyyppivaihtoeh-  
don mukaisella korillisella kiertoköysiradalla toteutettuna kolmannen reit-  
tivaihtoehdon matka-aika olisi puolestaan hieman alle 69 minuuttia. Pen-  
deli- ja kiertoköysiradan yhdistelmällä, eli kolmannen tyyppivaihtoehdon  
mukaisella toteutuksella, matka radan päästä päähän veisi aikaa lähes 65 mi-  
nuuttia. Kolmannen reittivaihtoehdon mukaisen reitin matka-ajat osuuksit-  
tain eri tyyppivaihtoehdoilla on esitetty taulukoissa 23, 24 ja 25.

Taulukko 23. Kolmannen reittivaihtoehdon ja ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisen  
reitin osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	4,2	20,0	12 min 36 s
<b>OSUUS 2</b>	3,4	20,0	10 min 12 s
<b>OSUUS 3</b>	3,6	20,0	10 min 48 s
<b>OSUUS 4</b>	6,0	20,0	18 min
	<b>17,2</b>		<b>51 min 36 s</b>

Taulukko 24. Kolmannen reittivaihtoehdon ja toisen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin  
osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	4,2	15,0	16 min 48 s
<b>OSUUS 2</b>	3,4	15,0	13 min 36 s
<b>OSUUS 3</b>	3,6	15,0	14 min 24 s
<b>OSUUS 4</b>	6,0	15,0	24 min
	<b>17,2</b>		<b>68 min 48 s</b>

Taulukko 25. Kolmannen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien matka-ajat.

	Reitin pituus (km)	Keskimääräinen nopeus (km/h)	Matka-aika
<b>OSUUS 1</b>	4,2	20,0	12 min 36 s
<b>OSUUS 2</b>	3,4	15,0	13 min 36 s
<b>OSUUS 3</b>	3,6	15,0	14 min 24 s
<b>OSUUS 4</b>	6,0	15,0	24 min
	<b>17,2</b>		<b>64 min 36 s</b>

Matka-ajan arvioinnin perusteella voidaan todeta, että jokaisen reittivaihtoehdon osalta nopein matka-aika saavutetaan ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeliköysiratatoteutuksella. Toiseksi nopein matka-aika saadaan kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeli- ja kiertoköysiradan yhdistelmällä ja hitain matka-aika puolestaan toisen tyyppivaihtoehdon mukaisella korillisella kiertoköysiradalla. Vaikka teoreettisen tarkastelun perusteella pendeliköysirata vaikuttaa nopeammalta vaihtoehdolta, sen kohdalla ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, että odotusajat voivat venyä pitkiksi, koska kuljetusvälinettä täytyy vaihtaa jokaisella asemalla. Arvioiduissa matka-ajoissa ei ole huomioitu kuljetusvälineiden vaihtamisesta mahdollisesti aiheutuvia viiveitä.

### 6.1.2 Kuljetusvälineiden lukumäärä

Köysiratajärjestelmän kuljetusvälineiden lukumäärä määrittää järjestelmän matkustajakapasiteetin. Matkustajakapasiteetti puolestaan kertoo, kuinka monta henkilöä reitillä on mahdollista kuljettaa yhteen suuntaan yhden tunnin aikana. Yhden köysiratareitin tyypillinen matkustajakapasiteetti on noin 500–4000 henkilöä tunnissa. (Clement-Werny ym., 2011.) Vierumäeltä Heinolan keskusta kulkevan köysiradan käyttäjämäärien ei kuitenkaan oleteta olevan näin korkeita, minkä vuoksi suunnitteluperusteissa mitoitettiin matkustajakapasiteetin arvoksi 200 henkilöä tunnissa. Seuraavaksi määritetään Vierumäeltä Heinolan keskusta kulkevan köysiradan kuljetusvälineiden lukumäärä eri reitti- ja tyyppivaihtoehdoilla. Lukumäärät on pyöristetty ylöspäin lähimpään kokonaislukuun.

Ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeliköysiradalla 35-paikkaisten kuljetusvälineiden lukumäärä määräytyy linjaosuuksien lukumäärän mukaan. Koska ensimmäisessä reittivaihtoehdossa on yhteensä 11 linjaosuutta, kuljetusvälineitä tarvitaan kaksinkertainen määrä eli 22 kappaletta. Ensimmäisellä reittivaihtoehdolla kuljetusvälineiden määrä riittää saavuttamaan halutun matkustajakapasiteetin 200 hlö/h kaikilla osuuksilla. Toisen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä linjaosuuksia on puolestaan kuusi, mikä tarkoittaa, että kuljetusvälineitä tarvitaan 12 kappaletta. Toisella reittivaihtoehdolla asemien väliset matka-ajat kasvavat niin suuriksi, että haluttua matkustajakapasiteettia ei enää saavuteta kaikilla osuuksilla. Kolmannella

reittivaihtoehdolla linjaosuuksia on neljä ja kuljetusvälineitä tarvitaan täten kahdeksan kappaletta. Kolmannellakaan reittivaihtoehdolla ei saavuteta haluttua matkustajakapasiteettia kaikilla osuuksilla. Ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisen toteutuksen kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit eri reittivaihtoehdoilla on esitetty taulukoissa 26, 27 ja 28.

Taulukko 26. Ensimmäisen tyyppivaihtoehdon ja ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	35	1 400
<b>OSUUS 2</b>	2	35	583
<b>OSUUS 3</b>	2	35	467
<b>OSUUS 4</b>	2	35	467
<b>OSUUS 5</b>	2	35	438
<b>OSUUS 6</b>	2	35	467
<b>OSUUS 7</b>	2	35	467
<b>OSUUS 8</b>	2	35	350
<b>OSUUS 9</b>	2	35	280
<b>OSUUS 10</b>	2	35	368
<b>OSUUS 11</b>	2	35	438
	<b>22</b>		

Taulukko 27. Ensimmäisen tyyppivaihtoehdon ja toisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	35	1 400
<b>OSUUS 2</b>	2	35	350
<b>OSUUS 3</b>	2	35	175
<b>OSUUS 4</b>	2	35	206
<b>OSUUS 5</b>	2	35	194
<b>OSUUS 6</b>	2	35	117
	<b>12</b>		

Taulukko 28. Ensimmäisen tyyppivaihtoehdon ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	35	167
<b>OSUUS 2</b>	2	35	206
<b>OSUUS 3</b>	2	35	194
<b>OSUUS 4</b>	2	35	117
	<b>8</b>		

Toisen tyyppivaihtoehdon mukaiselle kiertoköysiradalle suunniteltujen 8-paikkaisten kuljetusvälineiden lukumäärä määritetään halutun matkustajakapasiteetin mukaisesti kaavalla:

$$kuljetusvälineiden\ lukumäärä = \frac{matkustajakapasiteetti}{\frac{1}{2} * \frac{3\,600}{matka - aika} * kuljetusvälineen\ kapasiteetti}$$

, jossa matka-aika on annettu sekunteina.

Jotta saavutetaan haluttu matkustajakapasiteetti 200 hlö/h, toisen tyyppivaihtoehdon ja ensimmäinen reittivaihtoehdon mukaisella köysiradalla tarvitaan 61 kuljetusvälinettä. Toisen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä kuljetusvälineitä tarvitaan puolestaan 67 kappaletta ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä 58 kappaletta. Koska kuljetusvälineiden kiinnitys toteutetaan käyttöteknisesti irrottautuvasti, voidaan niiden määrää säädellä kysynnän mukaan. Toisen tyyppivaihtoehdon mukaisen toteutuksen kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit eri tyyppivaihtoehdoilla on esitetty taulukoissa 29, 30 ja 31.

Taulukko 29. Toisen tyyppivaihtoehdon ja ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuskien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	8	240
<b>OSUUS 2</b>	4	8	200
<b>OSUUS 3</b>	5	8	200
<b>OSUUS 4</b>	5	8	200
<b>OSUUS 5</b>	6	8	225
<b>OSUUS 6</b>	5	8	200
<b>OSUUS 7</b>	5	8	200
<b>OSUUS 8</b>	7	8	210
<b>OSUUS 9</b>	9	8	216
<b>OSUUS 10</b>	7	8	221
<b>OSUUS 11</b>	6	8	225
	<b>61</b>		

Taulukko 30. Toisen tyyppivaihtoehdon ja toisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuskien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	8	240
<b>OSUUS 2</b>	7	8	210
<b>OSUUS 3</b>	14	8	210
<b>OSUUS 4</b>	12	8	212
<b>OSUUS 5</b>	12	8	200
<b>OSUUS 6</b>	20	8	200
	<b>67</b>		

Taulukko 31. Toisen tyyppivaihtoehdon ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuskien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	14	8	200
<b>OSUUS 2</b>	12	8	212
<b>OSUUS 3</b>	12	8	200
<b>OSUUS 4</b>	20	8	200
	<b>58</b>		

Kolmas tyyppivaihtoehdo on pendeli- ja kiertoköysiradan yhdistelmä, joka on suunniteltu toteutettavaksi siten, että linjaosuudet Yrityspuistosta Urheilupuistolle ovat pendeliköysiratoja ja linjaosuudet Urheilupuistolta Heinolan keskustaan puolestaan korillisia kiertoköysiratoja. Pendeliköysirataosuuk-



silla kuljetusvälineiden lukumäärä määräytyy linjaosuuksien lukumäärän mukaan, mutta kiertoköysirataosuuksilla kuljetusvälineiden määrä voidaan optimoida halutun matkustajakapasiteetin mukaiseksi.

Ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä pendeliköysiratana toteutettavalla osuudelle tarvitaan kahdeksan kuljetusvälinettä. Kiertoköysiratana toteutettavalle osuudelle kuljetusvälineitä tarvitaan 45 kappaletta. Yhteensä ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaiselle reitille tarvitaan siis 53 kuljetusvälinettä. Toisella reittivaihtoehdolla pendeliköysiratana toteutettavalla osuudelle tarvitaan kuusi kuljetusvälinettä ja kiertoköysiratana toteutettavalle osuudelle puolestaan 44 kuljetusvälinettä. Täten toisen reittivaihtoehdon mukaiselle reitille tarvitaan yhteensä 50 kuljetusvälinettä. Kolmannella reittivaihtoehdolla pendeliköysiratana toteutettavalla osuudelle on ainoastaan yksi linjaosuus, joten kuljetusvälineitäkin tarvitaan vain kaksi kappaletta. Kiertoköysiratana toteutettavalle osuudelle kuljetusvälineitä tarvitaan hieman enemmän, eli 44 kappaletta. Yhteensä kolmannen reittivaihtoehdon reitille tarvitaan siis 46 kuljetusvälinettä. Kaikilla toisen ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisilla pendeliköysirataosuuksilla ei saavuteta haluttua matkustajakapasiteettia 200 hlö/h. Kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisen toteutuksen kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit eri tyyppivaihtoehdoilla on esitetty taulukoissa 32, 33 ja 34.

Taulukko 32. Kolmannen tyyppivaihtoehdon ja ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	35	1 400
<b>OSUUS 2</b>	2	35	583
<b>OSUUS 3</b>	2	35	467
<b>OSUUS 4</b>	2	35	467
<b>OSUUS 5</b>	6	8	225
<b>OSUUS 6</b>	5	8	200
<b>OSUUS 7</b>	5	8	200
<b>OSUUS 8</b>	7	8	210
<b>OSUUS 9</b>	9	8	216
<b>OSUUS 10</b>	7	8	221
<b>OSUUS 11</b>	6	8	225
	<b>53</b>		

Taulukko 33. Kolmannen tyyppivaihtoehdon ja toisen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	35	1 400
<b>OSUUS 2</b>	2	35	350
<b>OSUUS 3</b>	2	35	175
<b>OSUUS 4</b>	12	8	212
<b>OSUUS 5</b>	12	8	200
<b>OSUUS 6</b>	20	8	200
	<b>50</b>		

Taulukko 34. Kolmannen tyyppivaihtoehdon ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisen reitin osuuksien kuljetusvälineiden lukumäärät sekä matkustajakapasiteetit.

	Kuljetusvälineiden määrä (kpl)	Kuljetusvälineen kapasiteetti (hlö)	Matkustajakapasiteetti (hlö/h)
<b>OSUUS 1</b>	2	35	167
<b>OSUUS 2</b>	12	8	212
<b>OSUUS 3</b>	12	8	200
<b>OSUUS 4</b>	20	8	200
	<b>46</b>		

Kuljetusvälineiden lukumäärää arvioitaessa huomataan, että ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeliköysiradalla kuljetusvälineiden määrä on merkittävästi vähäisempi kuin muilla tyyppivaihtoehdoilla. Esimerkiksi kolmannen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä pendeliköysiratatoteutuksella kuljetusvälineitä tarvitaan ainoastaan kahdeksan kappaletta, kun kiertököysiratatoteutuksella kuljetusvälineitä tarvitaan 58 kappaletta ja yhdistelmätoteutuksella puolestaan 46 kappaletta. Koska pendeliköysiradalla kuljetusvälineiden lukumäärä on alhainen, putoaa matkustajakapasiteetti tietyillä linjaosuuksilla alle halutun arvon. Haluttu matkustajakapasiteetin arvo on kuitenkin mahdollista saavuttaa suurentamalla kuljetusvälineen kapasiteettia.

### 6.1.3 Vuoroväli

Vuorovälillä tarkoitetaan kiertököysiratojen kahden toisiaan seuraavan kuljetusvälineen tai kuljetusvälineryhmän tai vetolaitteen välistä aikaa. Standardissa määritetty vähimmäisvaatimus vuorovälille on viisi sekuntia. Vierumäeltä Heinolan keskusta kulkeva köysirata voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukainen pendeliköysirata sekä kolmannen tyyppivaihtoehdon pendeliköysirataosuus toimivat kutsuliikenteen tavoin, eli kuljetusvälineet lähtevät asemilta aina, kun niissä on tietty määrä matkustajia. Toisen tyyppivaihtoehdon mukaisella gondolihsillillä sekä kolmannen tyyppivaihtoehdon kiertököysirataosuudella kuljetusvälineet ovat jatkuvassa liikkeessä, ja vaikka kaikki kuljetusvälineet olisivat käytössä, kaikilla osuuksilla vuoroväli saadaan pysymään alle kolmessa minuutissa. Koska kiertököysiradalla kuljetusvälineiden kiinnitys köyteen toteutetaan käyttökäytännöllisesti irrottautuvasti, voidaan niitä irrottaa ja kiinnittää asemien kohdalla, mikä tarkoittaa, että vuoroväliä voidaan säätää kysynnän mukaan.

### 6.1.4 Ympäristövaikutukset

Kuten kaikki muutkin infrahankkeet, myös köysiratajärjestelmä aiheuttaa ympäristövaikutuksia. Mittavimmat ympäristövaikutukset aiheutuvat rakentamisvaiheessa, jolloin maastoa tulee muokata köysiradan tarpeisiin. Verrattaessa köysiratajärjestelmän rakentamista esimerkiksi tie- tai ratahankkeisiin voidaan todeta, etteivät vaikutukset ympäristöön ole niin

merkittävät, sillä maahan ei tarvitse rakentaa varsinaista väylää, vaan siihen pystytetään ainoastaan pylvää ja asemat. Tämä kuitenkin vaikuttaa alueella asuviin eläimiin, mistä tulee tehdä tarkempia tarkasteluja seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Köysiradan etuna on se, että se toimii sähköenergialla, jolloin se ei tuota pakokaasupäästöjä eikä myöskään lainkaan CO<sub>2</sub>-päästöjä, jos sähköntuotannossa käytetään uusiutuvaa energiaa. (Težak ym., 2016.)

Kun puhutaan ympäristövaikutuksista, nousee usein keskeiseksi termiksi melu. Köysiratajärjestelmän meluhaitat ovat merkittävästi pienemmät kuin muilla liikennemuodoilla. Koska köysiradat toimivat sähköenergialla, melu huomataan pääosin ainoastaan asemilla sekä kulkiessa aivan köysiratalinjan alapuolella. Koska Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan kaikki tyyppivaihtoehdot on toteutettu joko pendeliköysiratana tai kaksiköysirataisena kiertököysiratana, ei niissä tarvita montaa kannatinpylvästä tai ylimääräisiä liikkuvia osia, mikä auttaa vähentämään melutasoa vielä entisestään. (Clement-Werny ym., 2011; Težak ym., 2016.)

### **6.1.5 Maisemavaikutukset**

Maisemavaikutusten arviointi on erittäin haastavaa ja subjektiivista, sillä eri ihmiset arvottavat elinympäristönsä eri tavalla. Usein tutut maisemat ja ympäristö koetaan kuitenkin turvalliseksi ja rentouttavaksi, minkä takia maiseman muokkaaminen on yksi yleisimmistä syistä uusien hankkeiden vastustamiselle. (Clement-Werny ym., 2011.) Tällaista toimintaa on Suomessakin havaittavissa esimerkiksi tuulivoimalahankkeiden kohdalla.

Koska Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan asemat ja kannatinpylväät on rakennettava köysien jännityksen säilyttämiseksi melko korkeiksi, aiheutuu niistä varmasti jonkin verran maisemavaikutuksia. Reitin alkupäässä ensimmäisen ja toisen reittivaihtoehdon mukaisilla reiteillä Yrityspuiston ja Matkakeitaan asemien kohdalla maisemavaikutus on positiivinen, sillä kulkiessaan vilkkaan Nelostien yli köysirata varmasti herättää autoilijoiden huomion ja houkuttelee heitä kokeilemaan järjestelmää. Samalla saadaan luotua myönteistä mainosta koko Heinolan kaupungille.

Matkakeitaan ja Heinolan keskustan asemien välisillä metsäisillä osuuksilla maisemavaikutukset saattavat kuitenkin olla negatiivisia, kun asemia ja kannatinpylväitä sijoitetaan keskelle rakentamatonta ympäristöä. Maisemavaikutusten osalta arvioituna Sataman ja Heinolan asemien välinen osuus lieenee toisen ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä parempi kuin ensimmäisen reittivaihtoehdon reitillä, sillä niissä reitti kulkee kauempana rannasta, jolloin vastarannalle aiheutuvat maisemavaikutukset ovat vähäisemmät.

## 6.2 Kustannusten arviointi

Köysiradan investointi- ja käyttökustannusten määrittäminen ei ole yksiselitteistä, sillä tarkat kustannukset ovat ainoastaan valmistajien, pääura-koitsijoiden sekä liikennöitsijöiden tiedossa. Lisäksi tulee tiedostaa se tosiasia, että köysiradat ovat aina yksilöllisiä muun muassa sijainnin ja maastonmuotojen osalta, mikä tarkoittaa, että kustannukset täytyy määrittää jokaisen hankkeen kohdalla erikseen. Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan liikennöinti tapahtuu melko tasaisessa maastossa, mikä tekee siitä ainutlaatuisen hankkeen, sillä vastaavanlaisen maastoprofiilin omaavia köysiratoja ei maailmassa juurikaan ole eivätkä niiden toteutuneet kustannukset ole laajasti tiedossa. Edellä mainituista syistä johtuen Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan kustannuksia arvioidaan hyvin karkealla tasolla sekä luvussa 2.5 esiteltyjen olemassa olevien köysiratajärjestelmien että kirjallisuudesta löytyvien vuoristoisilla alueilla toteutettujen köysiratahankkeiden keskimääräisten investointikustannusten pohjalta. Tässä luvussa esitetyt kustannukset ovat ainoastaan suuntaa antavia arvioita, eikä niiden pohjalta voida tehdä luotettavia investointipäätöksiä.

### 6.2.1 Investointikustannukset

Investointikustannuksia voidaan arvioida laskemalla luvussa 2.5 esiteltyjen olemassa olevien köysiratajärjestelmien perusteella keskimääräinen kustannus yhtä kilometriä kohti. Boliviassa sijaitsevan La Pazin köysiratajärjestelmän investointikustannukset kilometriä kohden olivat keskimäärin noin 20,3 miljoonaa euroa. Kolumbiasta löytyvän Medellinin köysiratajärjestelmän osalta vastaava luku oli noin 20,4 miljoonaa euroa ja Algerian pääkaupungissa Algerissa sijaitsevan köysiratajärjestelmän kiertoköysirataosuuden osalta noin 10,8 miljoonaa euroa. Tästä voidaan päätellä, että korillisen kiertoköysiratajärjestelmän rakentaminen maksaa keskimäärin noin 17 miljoonaa euroa kilometriltä. Koska esimerkkikohteet on rakennettu vuoristoiseen maastoon ja niissä kuljetusvälineiden lukumäärä on moninkertainen verrattuna Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevaan köysirataan, voidaan keskimääräisestä kilometrihinnasta vähentää arviolta viisi miljoonaa, jolloin oletetaan korillisen kiertoköysiratajärjestelmän rakentamisen maksavan keskimäärin noin 12 miljoonaa euroa kilometriltä.

Yhdysvaltojen Portlandin pendeliköysiradan investointikustannukset olivat noin 53 miljoonaa euroa kilometriä kohden ja New Yorkin vastaavan puolestaan noin 24 miljoonaa euroa. Algerin köysiratajärjestelmän pendeliköysirataosuuden rakentaminen maksoi puolestaan noin 9,2 miljoonaa euroa kilometriltä. Suuren hajonnan takia jätetään Portlandin sekä New Yorkin järjestelmien kustannukset huomioimatta, ja todetaan Algerin järjestelmään

viitaten, että kilometrin pituisen pendeliköysiratajärjestelmän rakentaminen maksaa keskimäärin noin yhdeksän miljoonaa euroa.

Clement-Werny ym. (2011) ovat koonneet tietoa vuoristoisilla alueilla toteutettujen köysiratahankkeiden keskimääräisistä investointikustannuksista. Heidän mukaansa köysiradan, jossa kuljetusvälineitä kannatetaan ja liikutetaan toiminnallisesti erillisillä köysillä, asema maksaa neljästä viiteen miljoonaa euroa kappaleelta. 8–10-paikkaiset kuljetusvälineet maksavat puolestaan 30 000 euroa kappaleelta, 35-paikkaiset 300 000 euroa kappaleelta ja 100-paikkaiset miljoona euroa kappaleelta. Yhden kannatinpylvään keskimääräiseksi hinnaksi on arvioitu 500 000 euroa. Huomionarvoista on, että Clement-Werny ym. arvioimissa investointikustannuksissa ei oteta kantaa köysiratajärjestelmän pituuteen. Clement-Werny ym. arvioimat keskimääräiset investointikustannukset on koottu taulukkoon 35.

Taulukko 35. Vuoristoisilla alueilla toteutettujen köysiratahankkeiden keskimääräisiä investointikustannuksia (Clement-Werny ym., 2011).

	Kustannus (€/kpl)
Asema	4 000 000–5 000 000
8–10-paikkainen kuljetusväline	30 000
35-paikkainen kuljetusväline	300 000
100-paikkainen kuljetusväline	1 000 000
Kannatinpylväs	500 000

Ensimmäisen reittivaihtoehdon kokonaispituus on 17,3 kilometriä. Asemia reitillä on 12 kappaletta ja kannatinpylväitä yhteensä 11 kappaletta. Ensimmäinen tyypivaihtoehto on pendeliköysirata, jolle tarvitaan ensimmäisellä reittivaihtoehdolla 22 kappaletta 35-paikkaisia kuljetusvälineitä. Pendeliköysiradan keskimääräisten investointikustannusten perusteella arvioituna ensimmäisen reittivaihtoehdon mukainen pendeliköysirata Vierumäeltä Heinolan keskusta kustantaisi noin 155 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 70 miljoonaa euroa.

Jos ensimmäinen reittivaihtoehto toteutetaan toisen tyypivaihtoehdon mukaisesti, eli gondolihissinä, tarvitaan 8-paikkaisia kuljetusvälineitä yhteensä 61 kappaletta. Keskimääräisten kiertököysiratajärjestelmien investointikustannusten perusteella arvioituna ensimmäisen reittivaihtoehdon mukainen korrillinen kiertököysirata Vierumäeltä Heinolan keskusta kustantaisi noin 205 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 65 miljoonaa euroa.

Ensimmäinen reittivaihtoehto voidaan toteuttaa myös kolmannen tyypivaihtoehdon mukaisesti pendeliköysiradan ja gondolihissin yhdistelmänä.

Tällöin pendeliköysiratana toteutettavan osuuden pituus on 4,7 kilometriä ja kiertoköysiratana toteutettavalle osuudelle pituutta kertyy puolestaan 12,6 kilometriä. 35-paikkaisia kuljetusvälineitä reitille tarvitaan kahdeksan kappaletta ja 8-paikkaisia kuljetusvälineitä 45 kappaletta. Laskettujen keskimääräisten pendeli- ja kiertoköysiratajärjestelmien investointikustannusten perusteella ensimmäisen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukainen köysirata Vierumäeltä Heinolan keskustaankustantaisi noin 195 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 70 miljoonaa euroa.

Toisella reittivaihtoehdolla on seitsemän asemaa ja 16 kannatinpylvästä. Reitin kokonaispituus on 19,5 kilometriä. Ensimmäinen tyyppivaihtoehdo on pendeliköysirata, jolle tarvitaan toisella reittivaihtoehdolla 12 kappaletta 35-paikkaisia kuljetusvälineitä. Keskimääräisten pendeliköysiradan investointikustannusten perusteella arvioituna toisen reittivaihtoehdon ja ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukainen pendeliköysirata Vierumäeltä Heinolan keskustaankustantaisi noin 175 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 45 miljoonaa euroa.

Toisen tyyppivaihtoehdon mukaisesti, eli gondolihissinä, toteutettuna toisella reittivaihtoehdolla tarvitaan 8-paikkaisia kuljetusvälineitä yhteensä 67 kappaletta. Aiemmin määritettyjen keskimääräisten kiertoköysiratajärjestelmien investointikustannusten perusteella arvioituna toisen reittivaihtoehdon mukainen korillinen kiertoköysirata Vierumäeltä Heinolan keskustaankustantaisi noin 235 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 45 miljoonaa euroa.

Jos toinen reittivaihtoehdo toteutetaan kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisesti pendeliköysiradan ja gondolihissin yhdistelmänä, pendeliköysiratana toteutettavan osuuden pituus on 6,5 kilometriä ja kiertoköysiratana toteutettavalle osuuden puolestaan 13 kilometriä. Reitille tarvitaan kuusi kappaletta 35-paikkaisia pendeliköysiradan kuljetusvälineitä ja 44 kappaletta 8-paikkaisia kiertoköysiradan kuljetusvälineitä. Keskimääräisten investointikustannusten perusteella ensimmäisen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukainen köysirata Vierumäeltä Heinolan keskustaankustantaisi noin 215 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 45 miljoonaa euroa.

Kolmas reittivaihtoehdo on pituudeltaan 17,2 kilometriä ja sillä on yhteensä viisi asemaa sekä 15 kannatinpylvästä. Ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeliköysiradalla tarvitaan kolmannella reittivaihtoehdolla

kahdeksan 35-paikkaista kuljetusvälinettä. Pendeliköysiradan keskimääräisten investointikustannusten perusteella arvioituna kolmannen reittivaihtoehdon mukainen pendeliköysirata Vierumäeltä Heinolan keskusta kustantaisi noin 155 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 35 miljoonaa euroa.

Toisen tyyppivaihtoehdon mukaisella toteutuksella kolmannella reittivaihtoehdolla tarvitaan 58 kappaletta 8-paikkaisia kiertoköysiradan kuljetusvälineitä. Keskimääräisten kiertoköysiratajärjestelmien investointikustannusten perusteella arvioituna toisen reittivaihtoehdon mukainen korillinen kiertoköysirata Vierumäeltä Heinolan keskusta kustantaisi täten noin 205 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 35 miljoonaa euroa.

Jos kolmas reittivaihtoehdo toteutetaan kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisesti yhdistelmänä, jossa linjaosuuksia Matkakeitaalta Urheiluopistolle toteutetaan pendeliköysiratana ja linjaosuudet Urheiluopistolta Heinolan keskusta kiertoköysiratana, pendeliköysiratana toteutettavan osuuden pituus on 4,2 kilometriä ja kiertoköysiratana toteutettavan puolestaan 13 kilometriä. Reitille tarvitaan kaksi kappaletta 35-paikkaisia pendeliköysiradan kuljetusvälineitä ja 44 kappaletta 8-paikkaisia kiertoköysiradan kuljetusvälineitä. Keskimääräisten investointikustannusten perusteella ensimmäisen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukainen köysirata Vierumäeltä Heinolan keskusta kustantaisi noin 195 miljoonaa euroa. Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten investointikustannusten avulla arvioituna kustannus olisi puolestaan noin 35 miljoonaa euroa. Eri reitti- ja tyyppivaihtoehdoille arvioidut investointikustannukset on koottu taulukkoon 36.

Taulukko 36. Eri vaihtoehtojen arvioidut investointikustannukset.

	Kustannus (milj. €)
Reittivaihtoehdo 1	
Tyyppivaihtoehdo 1	70–155
Tyyppivaihtoehdo 2	65–205
Tyyppivaihtoehdo 3	70–195
Reittivaihtoehdo 2	
Tyyppivaihtoehdo 1	45–175
Tyyppivaihtoehdo 2	45–235
Tyyppivaihtoehdo 3	45–215
Reittivaihtoehdo 3	
Tyyppivaihtoehdo 1	35–155
Tyyppivaihtoehdo 2	35–205
Tyyppivaihtoehdo 3	35–195

## 6.2.2 Käyttökustannukset

Köysiratajärjestelmien käyttökustannusten arviointi on investointikustannusten tavoin hankalaa, sillä tarkat kustannukset ovat ainoastaan valmistajien, pääurakoitsijoiden sekä liikennöitsijöiden tiedossa. Clement-Werny ym. (2011) kuitenkin toteavat, että kahden aseman välisellä yksinkertaisella linjaosuudella käyttökustannukset ovat arviolta 1,5 miljoonaa euroa vuodessa 7 000 käyttötunnin perusteella. 7 000 käyttötuntia vuodessa tarkoittaa, että köysirata on toiminnassa noin 19 tuntia vuoden jokaisena päivänä. Käyttökustannuksiin vaikuttaa köysiradalla tarvittavien työntekijöiden määrä, joten lisäämällä automaatiota kustannuksia voidaan vähentää.

Vierumäeltä Heinolan keskustaankulkevan köysiradan käyttökustannuksia voidaan arvioida Clement-Werny ym. määrittämien keskimääräisten käyttökustannusten pohjalta. Ensimmäisellä reittivaihtoehdolla asemien lukumäärä on 12, mikä tarkoittaa, että asemien välisiä linjaosuuksia on 11. Tällöin vuosittainen käyttökustannus ensimmäisen reittivaihtoehdon osalta olisi noin 16,5 miljoonaa euroa. Toisella reittivaihtoehdolla asemia on puolestaan seitsemän kappaletta ja niiden välillä on kuusi linjaosuutta, jolloin vuosittainen käyttökustannus olisi noin 10,5 miljoonaa euroa. Kolmannella reittivaihtoehdolla on viisi asemaa ja neljä linjaosuutta, jolloin vuosittaiset käyttökustannukset olisivat noin kuusi miljoonaa euroa. Reittivaihtoehtojen arvioidut vuosittaiset käyttökustannukset on esitetty taulukossa 37.

Taulukko 37. Eri reittivaihtoehtojen arvioidut vuosittaiset käyttökustannukset.

	Kustannus (milj. €)
Reittivaihtoehto 1	16,5
Reittivaihtoehto 2	10,5
Reittivaihtoehto 3	6

## 6.2.3 Takaisinmaksuaika ja matkalipun hinta

Vierumäeltä Heinolan keskustaankulkevan köysiradan arvioidut investointi- ja käyttökustannukset ovat niin huomattavat, että projektin toteuttaminen Heinolan kokoisessa kaupungissa pelkästään julkisille varoille ei ole todennäköistä, vaan siihen tarvitaan ulkopuolisten sijoittajien rahaa. Usein sijoittajat haluavat, että heidän sijoituksensa tuottaa voittoa tietyllä aikavälillä, mikä tarkoittaa, että köysiratahankkeelle täytyy määrittää takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuajalla tarkoitetaan sitä aikaa, jolloin investoinnin kustannukset on katettu kokonaisuudessaan. Kun hankkeelle on määritetty takaisinmaksuaika, voidaan laskea, kuinka paljon yksittäisen matkalipun hinta tulisi olla tietyllä matkustajamäärällä, jotta investointi- ja käyttökustannukset saadaan katettua. Koska köysiradan rakentaminen on hanke, jossa luodaan uutta infrastruktuuria, eroaa se huomattavasti tavanomaisista investoinneista. Yksi merkittävä ero on se, että infrastruktuurihankkeet ovat



pitkäkestoisia, sillä yksittäinen hanke kestää usein yli 20 vuotta. Tämän lisäksi takaisinmaksuajat ovat tyypillisesti noin 15–20 vuotta. (Nijkamp & Ubels, 1999.)

Suunnitteluperusteissa mitoitettiin Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan matkustajakapasiteetiksi 200 henkilöä tunnissa, jolloin köysirata palvelee tarpeen vaatiessa kaikkia Vierumäen Urheiluopistolla vierailuvia asiakkaita. Matkustajamäärät eivät todennäköisesti ole jatkuvasti mitoituksen vaatimalla tasolla, joten oletetaan matkustajamääräksi 50 hlö/h vuoden jokaisena päivänä, mikä tarkoittaa 19 tuntia vuorokaudessa liikennöivällä köysiradalla 346 750 matkustajaa vuodessa. Oletetaan lisäksi hankkeen takaisinmaksuajaksi 20 vuotta köysiradan liikennöin alkamisesta ja lasketaan yksittäisen matkalipun hinta jokaisen reitti- ja tyyppivaihtoehdon kalleimman arvioidun kustannuksen perusteella. Laskelmissa ei ole huomioitu mahdollisia korkojen tai inflaation aiheuttamia vaikutuksia. Huomioitavaa on myös se, että laskelmissa on oletettu hankkeen rahoituksen tulevan kokonaan ulkopuolisten sijoittajien puolelta. Todellisuudessa tietty osuus hankkeesta rahoitetaan julkisilla varoilla, minkä lisäksi matkalippujen hintoihin määritetään julkisista varoista maksettava subventio-osuus, jolloin yksittäisen matkalipun hintaa saadaan laskettua alemmas.

Ensimmäisen reittivaihtoehdon investointikustannusten arvioitiin olevan ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeliköysiratatoteutuksella 155 miljoonaa euroa, toisen tyyppivaihtoehdon mukaisella kiertököysirataratkaisulla 205 miljoonaa euroa ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeli- ja kiertököysiradan yhdistelmällä 195 miljoonaa euroa. Kun lisätään vuosittainen 16,5 miljoonan euron käyttökustannus 20 vuoden ajalta, saadaan ensimmäisen tyyppivaihtoehdon hinnaksi 485 miljoonaa euroa, toisen tyyppivaihtoehdon hinnaksi 535 miljoonaa euroa ja kolmannen tyyppivaihtoehdon hinnaksi 525 miljoonaa euroa. Jotta investointi olisi kokonaan maksettu takaisin 20 vuodessa, on yksittäisen matkalipun hinta oltava ensimmäisellä tyyppivaihtoehdolla 70,00 €, toisella tyyppivaihtoehdolla 77,20 € ja kolmannelle tyyppivaihtoehdolla 75,70 €.

Toisen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä investointikustannuksiksi arvioitiin ensimmäisen tyyppivaihtoehdon kohdalla 175 miljoonaa euroa, toisen tyyppivaihtoehdon kohdalla 235 miljoonaa euroa ja kolmannen tyyppivaihtoehdon kohdalla 215 miljoonaa euroa. Vuosittaiseksi käyttökustannukseksi arvioitiin 10,5 miljoonaa euroa, mikä tarkoittaa, että 20 vuoden takaisinmaksuajalla saadaan ensimmäisen tyyppivaihtoehdon kustannukseksi 385 miljoonaa euroa, toisen tyyppivaihtoehdon kustannukseksi 445 miljoonaa euroa ja kolmannen tyyppivaihtoehdon kustannukseksi 425 miljoonaa euroa. Yksittäisen matkalipun hinta on tällöin oltava ensimmäisellä

tyyppivaihtoehdolla 55,60 €, toisella tyyppivaihtoehdolla 64,20 € ja kolmannelle tyyppivaihtoehdolla 61,30 €.

Kolmannen reittivaihtoehdon investointikustannusten arvoitiin olevan ensimmäisen tyyppivaihtoehdon osalta 155 miljoonaa euroa, toisen tyyppivaihtoehdon osalta 205 miljoonaa euroa ja kolmannen tyyppivaihtoehdon osalta 195 miljoonaa euroa. Kun summiin lisätään vuosittainen arvioitu kuuden miljoonan käyttökustannus, muodostuu ensimmäisen tyyppivaihtoehdon kustannukseksi 275 miljoonaa euroa, toisen tyyppivaihtoehdon kustannukseksi 325 miljoonaa euroa ja kolmannen tyyppivaihtoehdon kustannukseksi 315 miljoonaa euroa. Jotta investointi olisi kokonaan maksettu takaisin halutussa ajassa, täytyy yksittäisen matkalipun maksaa ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella toteutuksella 39,70 €, toisen tyyppivaihtoehdon mukaisella toteutuksella 46,90 € ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisella toteutuksella 45,50 €.

### **6.3 Vertailu nykyiseen liikennejärjestelmään**

Tämän diplomityön yhtenä tavoitteena on selvittää, voisiko Vierumäeltä Heinolan keskusta kulkeva köysirata toimia osana Heinolan julkista liikennettä vai onko se ainoastaan lomamatkailijoille tarkoitettu elämyksellinen kulkumuoto. Tässä luvussa vertaillaan luvussa 5 esiteltyjä ja luvussa 6 arvioituja köysiradan reitti- ja tyyppivaihtoehdoja luvussa 3.5 läpi käytyyn Heinolan nykyiseen liikennejärjestelmään sekä matka-ajan ja vuorovälin että kustannusten osalta.

#### **6.3.1 Matka-aika ja vuoroväli**

Vierumäen kylä sijaitsee noin 13 kilometrin välimatkan päässä Heinolan keskustasta. Nykyään ainoa julkisen liikenteen kulkumuoto Vierumäen ja Heinolan keskustan välillä on LSL:n järjestämä linja-autoliikenne. Välillä liikennöi useita eri linjoja siten, että arkisin ruuhkatunteina vuoroväli on kaksi vuoroa tunnissa. Ruuhkatuntien ulkopuolella sekä viikonloppuisin liikennöinti tiheys on puolestaan yksi vuoro tunnissa. Matka linja-autolla Heinolan keskustasta Vierumäen taajamaan sekä Suomen Urheiluopistolle taittuu noin 20–25 minuutissa, kuten luvussa 3.5.1 kerrottiin. Autolla matka Heinolan keskustasta Vierumäen taajamaan kestää puolestaan noin 13 minuuttia ja Suomen Urheiluopistolle noin 15 minuuttia.

Luvussa 6.1.1 suoritetun Vierumäeltä Heinolan keskusta kulkevan köysiradan matka-ajan arvioinnissa todettiin, että jokaisella reittivaihtoehdolla nopein matka-aika saavutetaan ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeliköysiratatoteutuksella, toiseksi nopein matka-aika kolmannen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeli- ja kiertoköysiradan yhdistelmällä ja hitain matka-aika puolestaan toisen tyyppivaihtoehdon mukaisella korillisella

kiertoköysiradalla. Ensimmäisellä reittivaihtoehdolla matka-ajat Vierumäen Yrityspuiston asemalta Heinolan keskustan asemalle vaihtelevat tyyppivaihtoehtojen mukaan hieman alle 52 minuutista noin 69 minuuttiin. Toisen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä matka-ajat ovat puolestaan reilusta 58 minuutista 78 minuuttiin ja kolmannelle reittivaihtoehdolla vajaasta 52 minuutista hieman alle 69 minuuttiin. Matka-ajat Urheiluopiston asemalta Heinolan keskustan asemalle vaihtelevat tyyppivaihtoehdosta riippuen ensimmäisellä reittivaihtoehdolla noin 38 minuutista 50 minuuttiin, toisella reittivaihtoehdolla noin 39 minuutista 52 minuuttiin ja kolmannella reittivaihtoehdolla niin ikään noin 39 minuutista 52 minuuttiin.

Vaikka köysiradan suunnitellut asemat ja nykyiset linja-autopysäkit eivät sijaitse täysin samoissa paikoissa, eivätkä täten palvele matkustajia aivan samalla tavalla, voidaan todeta, että nykyiset julkisen liikenteen yhteydet sekä Vierumäen taajamasta että Suomen Urheiluopistolta Heinolan keskustaan ovat matka-ajaltaan huomattavasti nopeimpia kuin suunniteltu köysirata. Köysiradan etuna on kuitenkin se, että siinä on useita kuljetusvälineitä ja tiheämpi vuoroväli, jolloin ero matka-ajassa kaventuu tai kääntyy jopa köysiradan eduksi tilanteessa, jossa matkustaja saapuu linja-autopysäkillä juuri linja-auton ohitettua pysäkin ja joutuu odottamaan seuraavaa vuoroa pahimmassa tapauksessa jopa tunnin. Autolle köysirata ei pärjää matka-aikavertailussa.

Jos haluaa matkustaa julkisen liikenteen avulla muualta Suomesta Suomen Urheiluopistolle, yksi vaihtoehto on kaukoliikenteen linja-auto, joka pysähtyy Nelostien varressa Vierumäen liittymässä sijaitsevalla pikavuoropysäkillä, jolta on vielä noin kuuden kilometrin matka Urheiluopistolle. Päästäkseen pikavuoropysäkiltä lähimmälle paikallisliikenteen pysäkillä on käveltävä noin kilometrin matka, mikä saattaa olla varsinkin painavien kantamusten kanssa matkustaville liian pitkä taival. Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan yksi asemista, Matkakeidas, on suunniteltu sijoitettavan aivan pikavuoropysäkin välittömään läheisyyteen, jolloin se palvelisi kaukoliikenteen linja-autolla saapuvia Urheiluopiston asiakkaita. Matka-ajaltaan köysiradan Matkakeitaan ja Urheiluopiston välinen osuus on kaikilla reitti- ja tyyppivaihtoehdoilla nopeampi tai vähintäänkin kilpailukykyinen verrattuna nykyiseen julkisen liikenteen tarjontaan.

### **6.3.2 Matkalipun hinta**

LSL:n liikennöintialue on jaettu neljään eri vyöhykkeeseen. Vierumäeltä Heinolan keskustaan matkustaakseen on ostettava kahden vyöhykkeen lippu, joka maksaa kertalippuna aikuiselle kalleimmillaan 3,60 € ja halvimmillaan 2,60 € lipputyyppin ja maksutavan mukaan vaihdellen. Kaikki eri lipputyypit eri asiakasryhmille on käyty läpi luvussa 3.5.1. Luvussa 6.2.3 arvioitiin puolestaan Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan eri reitti- ja

tyyppivaihtoehtojen matkalipun hintoja. Arvioidut hinnat vaihtelevat välillä 39,70 €–77,20 €. Vaikka arvioiduissa hinnoissa ei ole mukana hankkeen julkista rahoitusta tai matkalippujen subventio-osuutta, voidaan todeta, että köysiradan yksittäinen matkalippu on huomattavasti kalliimpi kuin nykyiset linja-automatkaan vaadittavat matkaliput.

Kun vertaillaan Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevaa köysirataa Heinolan nykyiseen liikennejärjestelmään, huomataan, että köysirata tulisi todennäköisesti toimimaan ainoastaan lomamatkailijoille tarkoitettuna elämyksellisenä kulkumuotona, sillä se ei pysty kilpailemaan matka-ajan eikä matkalipun hinnan osalta nykyisen linja-autoliikenteen kanssa. Poikkeuksen tähän tekee Matkakeitaan ja Urheiluopiston välinen osuus, jolla ei tällä hetkellä ole olemassa suoraa yhteyttä. Eritoten kolmannen reittivaihtoehdon mukainen Matkakeitaan ja Urheiluopiston välinen nopea linjaosuus olisi merkittävä parannus nykyiseen julkisen liikenteen verkkoon. Yksittäisellä linjaosuudella matkalipun hinnastakin voidaan luultavasti tehdä kilpailukyisempi.

## 7 Suunnitelmavaihtoehdon valinta

Luvussa 5 esitettiin Vierumäeltä Heinolan keskustaankulkevalle köysiradalle kolme reittivaihtoehtoa ja kolme tyyppivaihtoehtoa, joita arvioitiin luvussa 6. Ensimmäinen reittivaihtoehto on Vierumäki-Urheiluopisto-Konni-  
vesi-master planissa hahmotellun alustavan reitin mukainen, ja sillä sijaitsee yhteensä 12 asemaa. Ensimmäisen reittivaihtoehdon kokonaispituus on 17,3 kilometriä. Toisella reittivaihtoehdolla on ainoastaan seitsemän asemaa, minkä lisäksi se kulkee hieman eri reittiä kuin ensimmäinen reittivaihtoehto. Toisen reittivaihtoehdon kokonaispituus on 19,5 kilometriä. Kolmas reittivaihtoehto on kaikista reittivaihtoehdoista lyhyin, sillä sen kokonaispituus on 17,2 kilometriä. Myös asemien lukumäärä reitillä on kaikista vähäisin, koska niitä on vain viisi kappaletta. Ensimmäinen tyyppivaihtoehto on pendeliköysirata, toinen tyyppivaihtoehto on korillinen kiertököysirata ja kolmas tyyppivaihtoehto on pendeliköysiradan ja korillisen kiertököysiradan yhdistelmä.

Köysiradan reittiä ja köysiratajärjestelmän tyyppiä koskevia suunnitelmia arvioitiin luvussa 6 sekä toiminnallisuuden ja vaikutusten että kustannusten osalta. Reittien matka-aikojen osalta kävi ilmi, että jokaisella reittivaihtoehdolla matka-aika oli nopein ensimmäisen tyyppivaihtoehdon mukaisella pendeliköysiratatoteutuksella. Toinen tyyppivaihtoehto, eli korillinen kiertököysirata, oli puolestaan matka-ajaltaan hitain kaikilla reittivaihtoehdoilla, mikä tarkoittaa samalla sitä, että kolmannen tyyppivaihtoehdon mukainen pendeliköysiradan ja korillisen kiertököysiradan yhdistelmä oli jokaisella reittivaihtoehdolla toiseksi nopein vaihtoehto. Matka-ajan tarkastelussa tulee kuitenkin muistaa, että pendeliköysiradalla odotusajat voivat venyä pitkiksi varsinkin pitkillä linjaosuuksilla, mitä ei ole otettu huomioon matka-aikojen teoreettisessa tarkastelussa.

Karkeita investointi- ja käyttökustannuksia arvioitaessa hyödynnettiin Clement-Werny ym. määrittämiä keskimääräisiä kustannuksia, joissa suuri painoarvo oli annettu asemien ja kuljetusvälineiden lukumäärälle. Jotta myös reitin pituuden vaikutus saataisiin huomioitua laskennoissa, laskettiin investointikustannukset myös luvussa 2.5 esiteltyjen olemassa olevien köysiratajärjestelmien keskimääräisten kustannusten pohjalta. Eri laskentatavoista johtuen jokaisen reitti- ja tyyppivaihtoehdon investointikustannuksiin saatiin melko suuri vaihteluväli. Vaikka kustannukset ovat ainoastaan suuntaa antavia arvioita, eikä niiden pohjalta voida tehdä luotettavia investointipäätöksiä, investointikustannuslaskennat osoittavat, että reittivaihtoehdoista kaikista edullisin on reittivaihtoehto 3, jonka jälkeen tulevat kasvavassa järjestyksessä toinen ja ensimmäinen reittivaihtoehto. Tyyppivaihtoehdojen osalta investointikustannukset olivat matalimmat ensimmäisellä tyyppivaihtoehdolla, eli pendeliköysiradalla, toiseksi matalimmat kolmannella

tyyppivaihtoehdolla, eli pendeli- ja kiertoköysiradan yhdistelmällä, ja korkeimmat toisella tyyppivaihtoehdolla, eli kiertoköysiradalla. Arvioidut käyttökustannukset ovat edullisimmat kolmannella reittivaihtoehdolla, toiseksi edullisimmat toisella reittivaihtoehdolla ja kalleimmat ensimmäisellä reittivaihtoehdolla. Takaisinmaksuaikaa ja matkalipun hintaa arvioitaessa todettiin, että 20 vuoden takaisinmaksuajalla edullisimmat matkalippujen hinnat saavutetaan kolmannella reittivaihtoehdolla, toiseksi edullisimmat toisella reittivaihtoehdolla ja kalleimmat ensimmäisellä reittivaihtoehdolla.

Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan suunnitteluperusteissa mitoitettiin matkustajakapasiteetin arvoksi 200 henkilöä tunnissa. Haluttu matkustajakapasiteetti saavutetaan tarkastelujen perusteella kaikilla linjaosuuksilla jokaisella reitti- ja tyyppivaihtoehdolla lukuun ottamatta tiettyjä ensimmäisen tyyppivaihtoehdon ja toisen ja kolmannen reittivaihtoehdon sekä kolmannen tyyppivaihtoehdon ja toisen ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisia reittien osuuksia. Tämä johtuu siitä, että pendeliköysiradalla kuljetusvälineiden lukumäärä on alhainen. Suurentamalla kuljetusvälineen kapasiteettia haluttu matkustajakapasiteetin arvo on kuitenkin mahdollista saavuttaa. On myös huomioitava, että matkustajakapasiteetin ei oleteta olevan ympäri vuoden mitoitettulla tasolla, ja hiljaisempina aikoina kapasiteetti on kaikilla linjaosuuksilla varmasti riittävä.

Vuorovälin ja ympäristövaikutusten kannalta eri reitti- ja tyyppivaihtoehdojen välillä ei huomattu merkittäviä eroavaisuuksia. Maisemavaikutuksia arvioitaessa havaittiin puolestaan, että ensimmäisen ja toisen reittivaihtoehdon mukaisilla reiteillä Nelostien ylittävä Yrityspuiston ja Matkakeitaan välinen linjaosuus tuottaa sekä positiivista maisemavaikutusta että myönteistä mainosta Heinolan kaupungille. Positiivisia maisemavaikutuksia voidaan nähdä olevan myös Sataman ja Heinolan välisellä osuudella toisen ja kolmannen reittivaihtoehdon mukaisella reitillä verrattuna ensimmäisen reittivaihtoehdon mukaiseen reittiin, sillä ne kulkevat kauempana rannasta, jolloin vastarannalle aiheutuvat maisemavaikutukset ovat vähäisemmät.

Tehtyjen arviointien perusteella ehdotetaan, että jatkosuunnitteluun otetaan kolmannen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukainen toteutus. Kolmas reittivaihtoehdo on kaikista reittivaihtoehdoista lyhyin ja sillä on vähiten asemia, mikä tekee siitä sekä investointi- ja käyttökustannuksiltaan että matkalippujen hinnoittelun osalta edullisimman. Kolmannen tyyppivaihtoehdon matka-aika ja investointikustannukset sijoittuivat puolestaan molemmissa vertailuissa toiseksi, mutta sen nähdään palvelevan köysiradan käyttäjiä parhaiten tarjoamalla nopean nykyistä julkista liikennettä täydentävän pendeliköysiratayhteyden Matkakeitaan ja Urheiluopiston välillä sekä hieman hitaamman, mutta matkustajakapasiteetiltaan suuremman

lomamatkailijoille tarkoitetun elämyksiä tarjoavan kiertoköysiratayhteyden  
Urheiluopistolta Heinolan keskusta.

## 8 Yhteenveto

Tämän diplomityön ensisijaisena tavoitteena oli selvittää, onko köysiradan toteuttaminen Vierumäeltä Heinolan keskustaan mahdollista. Kysymystä lähdettiin ratkaisemaan tutustumalla köysiradan historiaan ja peruskomponentteihin sekä eri köysiratatyyppeihin, minkä jälkeen käytiin läpi ilmassa kulkevia henkilönkuljetukseen tarkoitettuja köysiratoja koskevat yleiset vaatimukset sekä tarkasteltiin olemassa olevia köysiratajärjestelmiä. Tämän lisäksi otettiin yleiskatsaus Heinolan kaupungin historiaan, nykytilaan sekä tavoitteisiin. Näiden pohjalta koottiin yleiset suunnitteluperusteet, jotka yhdessä yleisten vaatimusten kanssa osoittivat, että köysiradan toteuttaminen Vierumäeltä Heinolan keskustaan on mahdollista.

Koska köysiradan toteuttaminen todettiin mahdolliseksi, tuli selvittää, miten köysirata voidaan toteuttaa. Selvitystä varten laadittiin sekä kolme esiselvitystasoista reittivaihtoehtoa että kolme esiselvitystasoista tyyppivaihtoehtoa. Ensimmäinen reittivaihtoehto oli Heinolan kaupungin laatimassa Vierumäki-Urheiluopisto-Konnivesi-master planissa hahmotellun alustavan suunnitelman mukainen 17,3 kilometriä pitkä reitti. Toinen reittivaihtoehto kulki hie- man eri reittiä kuin ensimmäinen reittivaihtoehto, minkä myötä sen kokonaispituudeksi muodostui 19,5 kilometriä. Kolmas reittivaihtoehto oli kai- kista reiteistä lyhyin, sillä sen kokonaispituus oli 17,2 kilometriä. Ensimmäi- nen tyyppivaihtoehto oli pendeliköysirata, toinen tyyppivaihtoehto oli koril- linen kiertököysirata ja kolmas tyyppivaihtoehto oli pendeliköysiradan ja ko- rillisen kiertököysiradan yhdistelmä.

Köysiradan reitti- ja tyyppivaihtoehtoja arvioitiin matka-ajan, kuljetusväli- neiden lukumäärän, vuorovälin sekä kustannusten osalta, minkä lisäksi köy- siradan aiheuttamia vaikutuksia tarkasteltiin sekä ympäristön että maise- man näkökulmasta. Köysiradan investointi- ja käyttökustannuksia määrittä- essä huomattiin, että se ei ole aivan yksiselitteistä, koska tarkat kustannukset ovat ainoastaan valmistajien, pääurakoitsijoiden sekä liikennöitsijöiden tie- dossa. Epätarkkuutta kustannusten arviointiin aiheutti myös Vierumäeltä Heinolan keskustaan kulkevan köysiradan ainutlaatuinen melko tasainen maastoprofiili. Tyypillisesti köysiradat kulkevat vuoristoisissa maastoissa, joissa korkeuserot ovat huomattavia. Kustannuksia arvioitiin hyvin karkealla tasolla sekä olemassa olevien köysiratajärjestelmien että kirjallisuudesta löy- tyvien vuoristoisilla alueilla toteutettujen köysiratahankkeiden keskimää- räisten investointikustannusten pohjalta.

Suunnitelmavaihtoehtoja arvioitaessa huomattiin, että kolmas reittivaihto- ehto oli kaikista reittivaihtoehtoista lyhyin ja sillä oli vähiten asemia, mikä teki siitä sekä investointi- ja käyttökustannuksiltaan että matkalippujen hin- noittelun osalta edullisimman. Kolmas tyyppivaihtoehto sijoittui matka-



aika- ja investointikustannusvertailuissa toiselle sijalle, mutta sen nähtiin tuovan tarvittavan lisän Heinolan nykyiseen julkisen liikenteen tarjontaan, mistä syystä ehdotettiin, että jatkosuunnitteluun otetaan kolmannen reittivaihtoehdon ja kolmannen tyyppivaihtoehdon mukainen toteutus. Jatko-suunnitteluun ehdotettu ratkaisu toimii sekä osana Heinolan julkista liikennettä että lomamatkailijoille tarkoitettuna elämyksellisenä kulkumuotona.

## **8.1 Jatkoselvitystarpeet**

Tätä diplomityötä tehdessä tunnistettiin muutama oleellinen jatkoselvitystarve. Keskeisimmät jatkoselvitystarpeet koskevat kantaverkkoyhtiö Fingridin ja paikallisten sähköverkkoyhtiöiden omistamia voimajohtoja sekä sähköasemia, jotka sijaitsevat Vierumäeltä Heinolaan keskustaan kulkevan köysiradan suunnittelualueella. Köysiradan rakentaminen alueelle aiheuttaa rishteämisiä voimajohtojen kanssa, mikä tarkoittaa, että johtoalueen ja rakennusrajoitusalueen leveydet sekä muut tarvittavat toimenpiteet on varmistettava erikseen johdon omistajilta. Tässä työssä oletettiin, että köysirata voi kulkea turvallisesti voimajohdon yläpuolelta, mutta jos näin ei olekaan, köysiradan reittiä tai voimajohtojen sijaintia saatetaan joutua muuttamaan, mikä aiheuttaa pahimmassa tapauksessa huomattavan määrän toimenpiteitä ja kustannuksia tai jopa koko hankkeen kaatumisen.

Myös köysiradan investointi- ja käyttökustannukset vaativat jatkoselvitystä. Investointi- ja käyttökustannukset ovat hankkeen toteutettavuuden kannalta keskeisessä asemassa, sillä ne määrittävät sen, onko köysiradan rakentaminen kannattavaa. Tässä työssä esitetyt kustannukset ovat ainoastaan suuntaa antavia arvioita, eikä niiden pohjalta voida tehdä luotettavia investointipäätöksiä.

Tässä työssä Vierumäeltä Heinolaan kulkevan köysiradan asemien tilavaraus määritettiin Kittilän Levillä sijaitsevan Gondoli2000-gondolihissin asemien mukaisesti. Tilavarausta tulee kuitenkin tarkentaa seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Seuraavissa suunnitteluvaiheissa tulee lisäksi tarkentaa ehdotettua suunnitelmavaihtoehtoa kauttaaltaan, minkä yhteydessä tulee selvittää tarkemmin muun muassa vaihtoehdon ympäristövaikutuksia.

## Lähteet

**Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S. & Othman, F.M.Y.** 2012. Aerial ropeway transportation systems in the urban environment: State of the art. *Journal of transportation engineering*, 138(3), s. 253–262.

**Brand, P. & Davila, J.** 2011. Aerial cable-car systems for public transport in low-income urban areas: lessons from Medellin, Colombia.

**Business Heinola.** n.d. Heinolan historiaa. [viitattu 31.3.2023]. Saatavissa: <https://businessheinola.fi/asukkaat/heinolan-historiaa/>

**Clement-Werny, C., Dubois, D., Le Ruyet, A., Potier, M., Rousic, S. & Schneider, Y.** 2011. Aerial cableways as urban transport systems. In *European Transport Conference 2011*. Association for European Transport (AET) Transportation Research Board.

**Doppelmayr.** 2018. Doppelmayr opens the world's longest ropeway. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: <https://newsroom.doppelmayr.com/en/doppelmayr/press/doppelmayr-opens-the-world/>

**Fingrid.** 2016. Voimajohtojen huomioon ottaminen yleis- ja asemakaavoituksessa sekä maankäytön suunnittelussa. [viitattu 10.6.2023]. Saatavissa: <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/voimajohtojen-huomioon-ottaminen-yleis--ja-asekaavoituksessa-seka-maankayton-suunnittelussa.pdf>

**Fingrid.** n.d. Suomen kantaverkko. [viitattu 10.6.2023]. Saatavissa: <https://karttapalaute.fingrid.fi/>

**Heinolan kaupunki.** 2021a. Heinola lukuina. [viitattu 31.3.2023]. Saatavissa: <https://www.heinola.fi/kaupunki-ja-paatoksenteko/kaupunkiesittely/tietoa-heinolasta/heinola-lukuina/>

**Heinolan kaupunki.** 2021b. Heinolan historia. [viitattu 31.3.2023]. Saatavissa: <https://www.heinola.fi/kaupunki-ja-paatoksenteko/kaupunkiesittely/tietoa-heinolasta/heinolan-historia/>

**Heinolan kaupunki.** 2021c. Ilmastoposiitivinen Heinola 2030 – Heinolan ilmastotiekartta HIT. [viitattu 25.6.2023]. Saatavissa: [https://www.heinola.fi/wp-content/uploads/2022/12/heinolan-ilmastotiekartta-hit\\_lm1.pdf](https://www.heinola.fi/wp-content/uploads/2022/12/heinolan-ilmastotiekartta-hit_lm1.pdf)

**Heinolan kaupunki.** 2022a. Strategia 2030. [Viitattu 25.6.2023]. Saatavissa: [https://www.heinola.fi/wp-content/uploads/2022/05/Strategian-paivitys\\_valtuusto16052022.pdf](https://www.heinola.fi/wp-content/uploads/2022/05/Strategian-paivitys_valtuusto16052022.pdf)

**Heinolan kaupunki.** 2022b. Joukkoliikenne. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://www.heinola.fi/asuminen-ja-ymparisto/joukkoliikenne/>

**Heinrichs, D. & Bernet, J.S.** 2014. Public transport and accessibility in informal settlements: aerial cable cars in Medellín, Colombia. Transportation research procedia, 4, s. 55–67.

**Hoffmann, K.** 2006. Recent developments in cable-drawn urban transport systems. FME Transactions, 34(4), pp.205–212.

**Kittilä.** n.d. Karttapalvelu. [viitattu 10.6.2023]. Saatavissa: <https://kittila.karttatiimi.fi/>

**Kotimaisten kielten keskus.** Kielitoimiston sanakirja [verkkoaineisto]. [viitattu 26.1.2023]. Saatavissa: <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/>

**Kuluttajaturvallisuuslaki.** 920/2011. Eduskunta. [viitattu 2.2.2023]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110920>

**LSL.** 2023. Lahden seudun liikenteen aikataulu 10.8.2022-4.6.2023. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: [https://www.lsl.fi/uploads/2023/03/289b1170-aikatauluvihko\\_2022-2023\\_paivitetty\\_20022023.pdf](https://www.lsl.fi/uploads/2023/03/289b1170-aikatauluvihko_2022-2023_paivitetty_20022023.pdf)

**LSL.** n.d.a. Reittiopas. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://lahti.digitransit.fi/>

**LSL.** n.d.b. Hinnasto. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://www.lsl.fi/liput-ja-hinnat/hinnasto/>

**Levi.** n.d. Näkölahissit. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: <https://www.levi.fi/laskettelu-ja-hiihto/hiihtokeskus-palvelut/nakoalahissit>

**Lift-World.info.** n.d. Lift-Database: Finland. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: [https://www.lift-world.info/en/lifts/country/suomen\\_tasavalta.htm](https://www.lift-world.info/en/lifts/country/suomen_tasavalta.htm)

**Lukka, K.** 2001. Konstruktiivinen tutkimusote. [viitattu 15.4.2023]. Saatavissa: <https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>

**Maanmittauslaitos.** n.d. Avoin tietoaaineisto. [viitattu 20.5.2023]. Saatavissa: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/tiedostopalvelu>

**Martinez, S., Sanchez, R. & Yañez-Pagans, P.** 2018. Getting a lift: The impact of aerial cable cars in La Paz, Bolivia (No. IDB-WP-00956). IDB Working Paper Series.

**Matkahuolto.** n.d. Reittiopas. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://reittiopas.matkahuolto.fi/>

**Metro de Medellín.** 2020. Datos del Sistema / Metro facts. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: [https://www.metrodemedellin.gov.co/hubfs/V3\\_infografico\\_datos\\_sistema\\_2020.jpg](https://www.metrodemedellin.gov.co/hubfs/V3_infografico_datos_sistema_2020.jpg)

**Metro de Medellín.** 2021. Mapa Metro / Metro map. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: [https://www.metrodemedellin.gov.co/hubfs/mapas/v1\\_mapa%20esquematico-2021.jpg](https://www.metrodemedellin.gov.co/hubfs/mapas/v1_mapa%20esquematico-2021.jpg)

**Mi Teleférico.** n.d. Vuela mas alto. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: <https://www.miteleferico.bo/>

**Museovirasto.** n.d. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY: Heinola, Harjupusto. [viitattu 10.6.2023]. Saatavissa: [http://www.rky.fi/read/asp/r\\_kohde\\_det.aspx?KOHDE\\_ID=3953](http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=3953)

**Neumann, E.S.** 1992. Cable-propelled people movers in urban environments. *Transportation Research Record*, (1349).

**Neumann, E.S.** 1999. The past, present, and future of urban cable propelled people movers. *Journal of advanced transportation*, 33(1), s. 51–82.

**Nijkamp, P. & Ubbels, B.** How Reliable are Estimates of Infrastructure Costs? A Comparative Analysis. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, s.23-53.

**Ovaskainen, J.** 2018. Elämää alamäessä. Helsinki: Suomen Hiihtokeskushdistys ry.

**Paikkatietoikkuna.** n.d. Maastoprofiili. [viitattu 20.5.2023]. Saatavissa: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

**Poma.** 2019. Linea M, Medellín – Colombia. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: [https://www.poma.net/wp-content/uploads/2020/08/FT\\_TC10\\_MUL-TIX\\_Colombia\\_Medellin\\_Linea-M\\_2019.pdf](https://www.poma.net/wp-content/uploads/2020/08/FT_TC10_MUL-TIX_Colombia_Medellin_Linea-M_2019.pdf)

**Proxion.** 2019. Duoraitoliikenteen mahdollisuudet: Heinolan, Lahden ja Orimattilan duoraitioselvitys 2019. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/tiedostot/paijat-hameen-duoraitiotieselvityksen-lopupuraportti/>

**Proxion.** 2022. Selvitys idän suunnan raideyhteyksistä. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://www.heinola.fi/wp-content/uploads/2022/10/selvitys-idan-suunnan-raideyhteydesta-asiantuntijaraportti-julkinen.pdf>

**Päijät-Hämeen liitto.** 2023. Lahden kaupunkiseutusuunnitelma ja Päijät-Hämeen rakennemalli 2060. [viitattu 31.3.2023]. Saatavissa: <https://story-maps.arcgis.com/stories/2f86daf918834011b2e9044fd097fd59>

**Ruka.** n.d. Rukan Village-2-Valley maisemagondoli. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: <https://www.ruka.fi/fi/tapahtumat/maisemagondoli>

**SFS-EN 12397.** 2017. Henkilönkuljetukseen tarkoitettujen köysiratojen turvallisuusvaatimukset. Käyttö. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

**SFS-EN 12929-1.** 2015. Safety requirements for cableway installations designed to carry persons. General requirements. Part 1: Requirements for all installations. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

**SFS-EN 13796-1.** 2017. Safety requirements for cableway installations designed to carry persons. Carriers. Part 1: Grips, carrier trucks, on-board brakes, cabins, chairs, carriages, maintenance carriers, tow-hangers. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

**SFS-EN 1907.** 2017. Henkilönkuljetukseen tarkoitetut köysiradat. Turvallisuusvaatimukset. Terminologia. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

**SFS-EN 1908.** 2015. Henkilönkuljetukseen tarkoitetut köysiradat. Turvallisuusvaatimukset. Kiristyslaitteet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

**SFS-EN 1909.** 2017. Henkilönkuljetukseen tarkoitetut köysiradat. Pelastaminen ja evakuointi. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

**Težak, S., Sever, D. & Lep, M.** 2016. Increasing the capacities of cable cars for use in public transport. *Journal of Public Transportation*, 19(1)

**Tilastokeskus.** n.d.a. Väestö iän (1-v.) ja sukupuolen mukaan alueittain, 1972–2022. [viitattu 31.3.2023]. Saatavissa: [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_vaerak/stat-fin\\_vaerak\\_pxt\\_11re.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vaerak/stat-fin_vaerak_pxt_11re.px/table/tableViewLayout1/)

**Tilastokeskus.** n.d.b. Asukasrakenne, 2010–2021.[viitattu 31.3.2023]. Saatavissa: [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/Postinumeralueittainen\\_avoin\\_tieto/Postinumeralueittainen\\_avoin\\_tieto\\_uusin/paavo\\_pxt\\_12ey.px/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/Postinumeralueittainen_avoin_tieto/Postinumeralueittainen_avoin_tieto_uusin/paavo_pxt_12ey.px/)

**Tukes.** n.d. Turvallisuus sähköjohtojen läheisyydessä. [viitattu 8.2.2023]. Saatavissa: <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkotyoturvallisuus/turvallisuus-sahkojohtojen-laheisyydessa>

**Valkama, P.** 2018. Selvitys henkilökuljetukseen tarkoitettun köysiradan peruskorjauksesta. Opinnäytetyö, Karelia-ammattikorkeakoulu, Joensuu.

**Valtioneuvoston asetus eräitä kuluttajapalveluita koskevasta turvallisuusasiakirjasta.** 1110/2011. Valtioneuvosto. [viitattu 2.2.2023]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111110>

**Vierumäen kylä.** n.d. Vierumäen kylä. [viitattu 31.3.2023]. Saatavissa: <https://www.vierumaenkyla.fi/muuttajille/vierumaen-kyla/>

**Väylävirasto.** 2020. Vähäliikenteiset radat: Tilanne ja tulevaisuus 2020. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/178062/vj\\_2020-35\\_978-952-317-789-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/178062/vj_2020-35_978-952-317-789-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

**Väylävirasto.** 2021. Alueellinen junaliikenneselvitys: Infrastruktuuri, kapasiteetti ja kalusto. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183066/vj\\_2021-79a\\_978-952-317-932-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183066/vj_2021-79a_978-952-317-932-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

**Väylävirasto.** n.d.a. Suomen väylät. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://paikkatieto.vaylapilvi.fi/suomen-vaylat/theme/fi/3/466954/6945-237/3>

**Väylävirasto.** n.d.b. Tieliikenteen liikennemäärät 2012–2021. [viitattu 1.4.2023]. Saatavissa: <https://paikkatieto.vaylapilvi.fi/arcgis/apps/webapp-viewer/index.html?id=9303658f44134d5bb82d7e7d55e11644>

**World Bank Group.** 2020. Urban Aerial Cable Cars as Mass Transit Systems. Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development.

**Ylläs.** n.d. Gondoli. [viitattu 16.3.2023]. Saatavissa: <https://ski.yllas.fi/gondoli/>